
MASSACHUSETTS
INSTITUTE OF TECHNOLOGY
1861
MENS ET MANUS

Supplément au N° 1316 de l'Électricien du 15 Janvier 1923.

L'ÉLECTRICIEN

Tome LIII (1922)

TRENTE-HUITIÈME ANNÉE

L'ÉLECTRICIEN

Revue Internationale de l'Électricité et de ses Applications

PARAISSANT LE 1er ET LE 15 DE CHAQUE MOIS

Rédacteur en Chef : L. D. FOURCAULT

DEUXIÈME SÉRIE

TOME LIII

JANVIER — DÉCEMBRE 1922

ADMINISTRATION ET BUREAUX.

47 et 49, Quai des Grands-Augustins, PARIS (VIe) Téléph. GOBELINS 19-38 — 36-52 — 53-01

L. DE SOYE, Imprimeur-Éditeur. — DUNOD, Éditeur.

38e Année. — N° 1291 1er JANVIER 1922

L'ÉLECTRICIEN

Rédacteur en chef : Maurice SOUBRIER

Secrétaire général : L.-D. Fourcault

DUNOD, Éditeur. 49, quai des Grands-Augustins, PARIS, VIe. — *Tél.* : GOB. 19-38 et 53-01

PRODUCTION DE L'ÉNERGIE

Régulateurs et régulation des stations centrales.

Nous avons demandé à M. Barbillion, directeur de l'Institut électrotechnique de l'Université de Grenoble qui, depuis vingt ans, s'est occupé de la régulation des groupes électrogènes et, soit seul, soit en collaboration avec plusieurs de ses anciens élèves, a apporté une contribution importante à cette question et a créé des appareils nouveaux, d'exposer, sous la forme la plus simple possible, compatible avec l'ampleur et la complexité d'un tel sujet, le problème de la régulation et les solutions qui lui ont été apportées.

Il est peu de questions qui aient fait, dans la technique industrielle, couler plus d'encre que celle de la *régulation*, terme impropre au point de vue français, mais bien significatif au point de vue technique, des groupes électrogènes. Et cependant, dans la littérature énorme qui a été consacrée à l'étude du problème et à l'exposé des solutions, on est étonné de ne voir, dans la plupart des traités et mémoires, que des travaux fragmentaires dont la valeur scientifique est certainement très haute, mais dont la partie pratique est, le plus souvent, décevante. Le motif en est que les auteurs ont pris comme point de départ des hypothèses simplificatrices, irréalisables en pratique, alors que dans des questions aussi complexes, de nombreux facteurs réagissent les uns sur les autres et viennent démontrer la nécessité d'une solution d'ensemble, peut être *approchée*, tenant cependant compte de tous les éléments en jeu.

I. — GÉNÉRALITÉS. RÉGLAGE DE LA VITESSE ET RÉGLAGE DE L'EXCITATION

Nous nous expliquons : Considérons un groupe électrogène, constitué par exemple par un moteur hydraulique ou à vapeur, supposé associé pour plus de simplicité à une machine dynamo, à courant continu. Cette dynamo dessert un réseau *déterminé* dont on peut toujours représenter la charge par une résistance vraie, ou fictive, s'il existe des forces contre-électro-motrices sur ledit réseau. Si la charge du réseau se modifie, par exemple diminue, l'équilibre qui existait jusque-là entre le couple moteur et le couple résistant du groupe, au plateau d'accouplement des machines, est rompu. Ici la machine motrice, partiellement déchargée, tend à s'emballer.

La machine dynamo, à supposer même que son excitation soit maintenue constante, si elle est

due à une source extérieure, verra aussi sa vitesse s'accroître, et sa tension monter dans un rapport au moins égal à celui de la nouvelle vitesse à l'antenne.

Une hausse de vitesse de 20 % se traduirait ainsi, dans les circonstances les plus favorables, par une augmentation de tension correspondante. Des lampes à 100 volts résisteraient difficilement à une tension prolongée de 120 volts.

Il importe donc de maintenir la vitesse constante. Ce maintien est encore bien plus nécessaire lorsque la génératrice électrique est à courant alternatif; dans ce cas un changement sensible de la fréquence se traduit par des désordres beaucoup plus graves sur le réseau.

Nous ne nous dissimulons pas que ces temps derniers, comme remède provisoire à des insuffisances d'énergie, provoqués par la sécheresse, certains ingénieurs ont préconisé une diminution des fréquences sur des réseaux déterminés. Ce n'est là qu'une solution empirique, provisoire, que nous ne saurions retenir. Un principe domine la technique des courants alternatifs : c'est le maintien de la fréquence.

Si, dans le cas d'une usine à courant continu, on peut admettre que certaines variations de vitesse des groupes soient tolérables, puisqu'on peut maintenir la tension désirée en agissant sur l'excitation, on ne saurait faire de même dans le cas des courants alternatifs. Compteurs, moteurs, lampes à arc, etc., sont établis pour une fréquence déterminée.

Aussi poserons-nous comme règle que, dans une station centrale du type habituel (exception faite des installations à courant continu du type série), on doit maintenir d'abord, *en tout état de cause*, la vitesse des groupes la plus constante possible et on doit en outre agir sur l'excitation, de manière à créer la tension désirée.

En particulier, s'il s'agit de maintenir la tension à peu près constante en des points du réseau assez éloignés de la station génératrice, on sera amené à faire donner à celle-ci une tension d'autant plus grande que la charge du réseau s'accroîtra, de manière à compenser ainsi la chute de tension qui se produira entre l'usine et les centres de distribution. On sait que cette pratique se dénomme *hypercompoundage* ou *survoltage*.

En résumé, il convient donc de maintenir la vitesse constante et de se réserver la possibilité d'agir sur l'excitation, entre certaines limites, indépendamment de la vitessse, d'où deux organes ou deux jeux d'organes bien distincts, le *régulateur mécanique de vitesse* et le *régulateur d'excitation*, qui peut du reste se réduire simplement à l'action personnelle d'un agent, manœuvrant la manette du rhéostat.

II. — RÉGLAGE DE LA TENSION

Il est souvent fait mention de régulateurs de tension, c'est-à-dire d'organes *purement électriques* qui, par voie d'insertion ou de suppression de résistances dans l'excitation, maintiennent la tension constante aux bornes quand l'intensité extérieure varie.

Leur organe fondamental consiste nécessairement en une balance-voltmétrique, dont le fléau mobile oscille suivant les variations de tension extérieure et commande l'excitation en vue de rétablir cette excitation.

Il n'y a pas d'illusions à se faire sur la portée, limitée en général, de ces dispositifs régulateurs, s'ils ne sont pas associés à un régulateur mécanique de vitesse. En effet, ainsi que nous l'avons montré, lorsque la charge d'un réseau varie, par exemple la résistance d'un réseau dépourvu de force contre-électro-motrice, un nouveau couple résistant naît, fonction de la tension maintenue aux bornes de la dynamo ou, ce qui revient à peu près au même, du produit de la vitesse de celle-ci par le flux excitateur. Il faut donc que, sous l'influence de la modification de l'excitation, le couple résistant produit ne ne soit pas trop différent du couple résistant initial, ou plus généralement que la caractéristique mécanique du moteur employé soit assez largement tombante dans la région utilisée, pour qu'un nouveau régime d'intersection puisse se trouver sur cette caractéristique requise, qui corresponde à une vitesse pas trop différente de la première. Avec une turbine hydraulique, la chose est parfois possible, mais avec les machines à vapeur aux caractéristiques C_m (ω) beaucoup plus parallèles à l'abscisse des vitesses, il est très difficile de n'employer *qu'un régulateur de tension*.

Enfin, on croit souvent devoir combiner étroitement le régulateur mécanique et le régulateur de tension, espérant ainsi gagner du temps dans la correction d'une perturbation. Bien que cette association soit intéressante, c'est là souvent une illusion, pour le motif suivant :

Le régulateur de tension ne peut effectuer un réglage définitif de l'excitation que lorsque la vitesse est redevenue égale à sa valeur de régime, ou de nouveau régime. On voit donc que si cette association de deux régulateurs semble présenter parfois certains avantages, en réduisant les écarts de tension dans la période troublée, le régulateur de tension ne peut avoir achevé son action que lorsque le régulateur de vitesse a accompli la sienne.

III. — RÉGULATEURS MÉCANIQUES

Les *régulateurs mécaniques de vitesse*, comme on le sait, peuvent appartenir à deux catégories différentes :

1° Les *régulateurs directs*, c'est-à-dire ceux dans lesquels l'admission du fluide moteur à la machine est réglée le plus généralement par la position d'un système mobile dit *tachymètre*.

Le tachymètre, dont le modèle primitif bien connu est dû à Watt, prend en effet, sous l'influence de la force centrifuge des boules et de la pesanteur de celle-ci, plus ou moins secondée par l'action de ressorts, une position d'équilibre pour chacune des admissions, c'est-à-dire pour chacun des couples moteurs ou des couples résistants, une fois établi l'équilibre de régime qui correspond à une charge de réseau. L'action directe du tachymètre sur la valve d'arrivée de vapeur, par exemple, suppose que l'effort à exercer ne soit pas assez considérable pour imposer au régulateur des dimensions incompatibles avec une certaine sensibilité. C'est ce qui explique que le régulateur direct n'est en somme applicable que dans le cas où le fluide moteur est de la vapeur d'eau, du gaz, de l'essence, de l'air comprimé, etc. Au contraire, lorsque le fluide moteur possède une masse considérable et par suite que les colonnes en mouvement de ce fluide offrent une inertie importante, le *régulateur direct* est en général inutilisable. Il faut faire appel à la deuxième catégorie dite des *régulateurs indirects*.

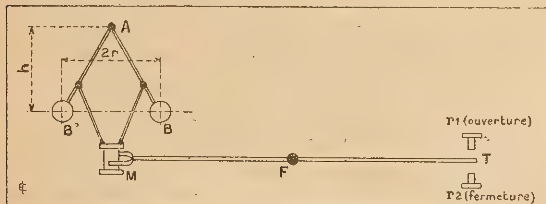


Fig. 1. — Répulateur indirect.

2° Les régulateurs indirects comportent toujours le tachymètre primitif qui sert d'organe de contrôle des vitesses, mais dont les positions ne font plus que se traduire par le déplacement d'un index, par exemple d'une tige articulée qui vient en contact avec un relai donné (ouverture) ou un autre relai (fermeture), suivant le contact établi et le relai impressionné, un moteur spécial, aussi puissant qu'il est nécessaire, se trouve mis en action et manœuvre la vanne dans un sens ou dans un autre de manière à modifier l'admission, suivant les variations du couple résistant (fig. 1).

IV. — LES RÉGULATEURS DIRECTS

La régulation directe et les appareils qui la réalisent ont fait l'objet de nombreux travaux dus à des spécialistes, parmi lesquels nous citerons les noms particulièrement estimés et même justement célèbres de Watt, Porter, Lecornu, Dwelshauver-Déry, etc.

Ces études sont des plus intéressantes, car elles peuvent, non seulement servir à apporter une solution à la régulation directe, mais en outre, conservées pour le seul tachymètre, elles permettent d'étudier le fonctionnement de la régulation, indirecte dans les phases où ce seul tachymètre fonctionne, le moteur de vannage n'étant pas embrayé. Mais il est bien certain que lorsque cette liaison survient, l'influence du tachymètre se trouve en quelque sorte annihilée par celle du moteur de vannage beaucoup plus puissant, d'où il résulte que, tant que la vitesse n'est pas revenue aux environs de celle qui correspond à la position qu'aurait librement le tachymètre, le *contact avec les relais étant rompu*, le mouvement de ce tachymètre doit être considéré comme plus ou moins contraint, et la position des boules, comme n'ayant aucun lien immédiat avec la vitesse du groupe.

On ne saurait échapper à cette sujétion que, si dans son déplacement le tachymètre venait simplement impressionner les relais, échappe à ceux-ci et soit ainsi considéré comme absolument libre de se mouvoir suivant les indications de la formule classique de Watt, formule liant comme on le sait, a hauteur des boules par rapport à un plan fixe à la vitesse angulaire ω du groupe ou, aux réductions près, à celle du tachymètre :

$$h = \frac{g}{\omega^2}$$

h, hauteur des boules mesurée par rapport au centre d'articulation A des bielles, g accélération due à la pesanteur.

Le fonctionnement essentiel du régulateur direct est lié aux remarques suivantes :

Si l'on fait abstraction de la force vive du système mobile constitué par les boules, qui tendent à dépasser, en vertu de leur inertie, les positions d'équilibre (d'où des oscillations secondaires dans le système), à chaque valeur de l'admission (1), c'est-à-dire à chaque ouverture de la valve, correspond une hauteur des boules, une fois fixés, le rapport des transmissions entre le tachymètre et la valve, *rapport* généralement réglable au moyen d'un organe simple.

Or, si l'on trace sur un plan la série des caractéristiques mécaniques, c'est-à-dire la famille des

(1) L'admission e, ou indice de détente $i = \frac{v}{V}$ ou le débit relatif $\frac{q}{Q}$, constitue le *paramètre*.

courbes C_m (ω), C_m étant le couple utile, d'un moteur à vapeur par exemple, on voit que le paramètre d'une des courbes, étant représenté par une valeur donnée de e l'admission, à chaque valeur e de cette admission correspond une valeur de la vitesse ω d'après la formule de Watt. Or, il en résulte que le couple moteur ou le couple résistant est fixé par cela même, d'où cette loi générale, dominant la régulation directe :

A toute position du tachymètre correspond une valeur donnée du couple moteur, ou du couple résistant, à l'équilibre.

Ces résultats très simples sont quelque peu compliqués par les phénomènes de sensibilité du régulateur. Ces phénomènes ont été mis en lumière et représentés sous forme graphique par l'illustre professeur belge Dwelshauver-Déry. A la caractéristique unique du régulateur, c'est-à-dire à la courbe représentant les positions du manchon, ou d'un index quelconque qui lui est lié, par rapport aux vitesses, il convient de substituer les deux *caractéristiques extérieures* bien connues qui enferment la *caractéristique médiane*, c'est-à-dire les *courbes d'ouverture* et de *fermeture*; ces courbes sont empruntées par le point figuratif h (ω) d'une charge ou d'une décharge partielle du groupe. Cependant, une fois la fraction de course totale du manchon, correspondant à la modification de charge effectuée, le manchon revient à sa position médiane sous l'influence de petites secousses intérieures dont l'appareil est toujours le siège.

Abstraction faite de cet écart provisoire au cours de la perturbation, du point figuratif par rapport à la caractéristique médiane, on peut démontrer simplement que lorsque un moteur à vapeur, par exemple, pourvu d'un régulateur direct, doit faire face à un couple résistant qui varie brusquement d'une valeur à une autre, la variation de vitesse nécessaire est obtenue sous forme apériodique, cette vitesse variant suivant une loi exponentielle négative en fonction du temps. Ces résultats simples sont estompés par la force vive du système d'une part, qui fait dépasser au manchon la position d'équilibre et ondule les résultats, par la sensibilité du tachymètre de l'autre, cette sensibilité ne permettant pas de représenter d'une manière simple en fondtion du temps le passage de la position de régime provisoire sur la caractéristique extérieure utilisée, à la position de régime définitif sur la caractéristique médiane.

Naturellement le régulateur direct n'est pas aussi simple en pratique aujourd'hui que le régulateur de Watt. Il suppose cependant à peu près toujours les mêmes organes. Au poids des boules s'ajoute généralement l'action d'un poids supplémentaire installé sur le manchon, l'action de ressorts travaillant à l'extension ou à la compression, mais dont le rôle tend toujours à seconder celui de la pesanteur. Les boules peuvent être remplacées par des masses de forme quelconque tendant à s'écarter sous l'action de la force centrifuge. Avec de convenables modifications, la théorie de Watt s'applique toujours. C'est le propre des théories bien faites et bien au point de savoir échapper aux tyrannies de la forme et de ne retenir que le squelette cinématique de l'idée.

V. — LE VOLANT

Une question vient souvent se surajouter à celle de la régulation, bien qu'offrant en dépit des apparences une différence essentielle avec elle. C'est la régularisation du mouvement d'une machine motrice par tour, lorsque le couple moteur, et même le couple résistant, étant supposés variables au cours d'une révolution du système, la vitesse instantanée du groupe est soumise à des variations, par rapport à la vitesse moyenne. Le rôle de régularisation de la vitesse cyclique est dévolu au *volant*, qui est calculé de manière à maintenir, en tenant compte des plus grands excès mutuels, du travail moteur et du travail résistant l'un sur l'autre, la vitesse instantanée entre des limites données de part et d'autre de la vitesse moyenne.

On règle la vitesse instantanée, par exemple, à 1 % ou 2 % près par rapport à cette vitesse moyenne, c'est dire que pour une machine faisant 100 tours par minute, la vitesse instantanée pourra, au cours d'une révolution, atteindre une valeur correspondant à 102 tours ou tomber à une autre correspondant à 98 tours.

Ainsi qu'on le voit, le rôle du *volant, régularisation de la vitesse par tour*, est tout à fait différent de celui du *régulateur mécanique, régularisation des vitesses de régime*. Cependant au cours d'une perturbation, si l'on suppose que le couple résistant varie brusquement d'une valeur à une autre, les effets du volant et du régulateur peuvent se surajouter, se contrarier, ou plus généralement, se combiner.

En d'autres termes si, dans le cas d'une machine à vapeur, par exemple, le changement brusque de couple résistant, intervient au moment où la machine fonctionne en détente, on ne pourra pas proportionner *immédiatement* l'admission au nouveau besoin, et s'il se produit une décharge partielle, la vitesse montera jusqu'à la période d'admission suivante, au cours de laquelle pourra s'effectuer le réglage.

En somme, si au cours d'une perturbation, les variations de régime de vitesse peuvent se repré-

senter, si on les considère comme existant seules, par une courbe tracée en fonction du temps, la variation instantanée de vitesse par tour tend à onduler cette courbe suivant les limites de variations tolérées par le volant.

Ce n'est pas tout. Le volant et le régulateur direct ne doivent pas être choisis indépendamment l'un de l'autre. Imaginons qu'un régulateur très sensible (courbes caractéristiques extérieures très rapprochées) fonctionne pour des écarts de vitesse de régime de 1 % par rapport à la vitesse médiane. Si l'on a adopté un volant régularisant la vitesse cyclique à 3 % près de part et d'autre de la vitesse moyenne, au cours de chaque révolution de l'arbre moteur, le régulateur sera impressionné, d'où le phénomène bien connu et du reste désastreux du « pompage ». Aussi en pratique, s'impose-t-on de choisir pour le régulateur une sensibilité deux ou trois fois plus faible que celle déduite de l'écart relatif de vitesse institué par le volant. Ainsi est-on sûr que le régulateur ne sera pas impressionné par tour.

VI. — LE REGULATEUR INDIRECT

La régulation indirecte est réservée, comme nous l'avons dit, au cas où le fluide moteur possède une masse et, lorsqu'il est en mouvement, une inertie suffisamment importantes pour justifier l'emploi d'un moteur commandant le vannage. Si l'on suppose que le tachymètre, s'écartant plus ou moins légèrement de sa position d'équilibre, provoque la mise en action du relai de fermeture (hypothèse d'une diminution du couple résistant), le moteur de vannage met en branle et diminue l'admission. A partir du moment de cette mise en route, c'est la loi seule de marche dudit moteur qui fixe la nature du phénomène; si ce moteur est électrique, par exemple shunt sous tension constante, la modification de l'admission s'effectuera aisément par déplacement d'un organe proportionnellement au temps, ce qui ne veut pas dire du reste que les orifices laissés à la veine liquide diminueront proportionnellement au temps. Eût-on même choisi une telle loi de variation linéaire pour les orifices que les débits ne seraient pas une fonction linéaire du temps. On sait qu'il faut tenir compte, suivant les vannes, les robinets, les papillons, etc., employés, de coefficients de contraction caractéristiques, qui dépendent de la nature de chaque appareil. Glissons cependant sur ces difficultés et supposons que la surface offerte à la veine liquide, et en outre que le débit correspondant du fluide moteur, varient proportionnellement au temps, lorsque le moteur de vannage marche à vitesse constante. Il est facile de démontrer dans ce cas que, supposant le tachymètre parfaitement sensible et l'intervalle des relais infiniment réduit, la vitesse partant d'une valeur de régime montera suivant une loi parabolique du second degré, si le couple résistant a été lui-même supposé variant brusquement de sa valeur initiale à sa valeur finale. Le maximum de vitesse relative, c'est-à-dire du quotient par la vitesse de régime de l'excès de la vitesse atteinte par rapport à la même vitesse moyenne ou de régime, se produit nécessairement lorsque le couple moteur est égal au couple résistant, puisqu'à ce moment l'accélération angulaire du groupe est nulle. En d'autres termes, si l'on représente, par rapport à une même abscisse-temps, les variations de la vitesse et de l'admission, on constate que la vitesse est maximum sur l'ordonnée qui correspond précisément à une admission égale à l'admission nécessaire (fig. 2).

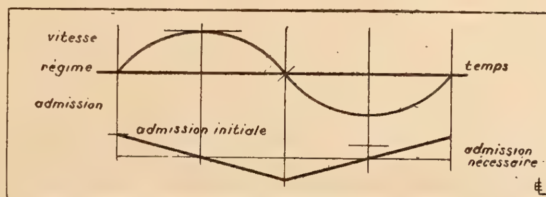


Fig. 2. — Perturbation de charge.
Régulateur indirect parfaitement sensible.

Mais le moteur de vannage est un aveugle qui continue à fonctionner lorsque cette position d'équilibre des couples est atteinte, bien que du reste la vitesse soit alors très différente de la vitesse de régime. Les phénomènes se reproduisent en sens inverse, la vitesse diminue suivant un arc de parabole symétrique du précédent, par rapport à l'ordonnée de la vitesse maximum. Les admissions continuent à croître jusqu'au moment où, pour une vitesse redevenue égale à celle de régime, l'admission diffère de l'admission nécessaire d'une quantité juste égale et contraire à celle qui caractérisait la différence de l'admission nécessaire et de l'admission initiale. Alors le débrayage du moteur s'exécute, mais on voit qu'une fois encore, puis deux, puis trois, les mêmes phénomènes vont se reproduire. On verra naître avec la régulation *indirecte simple*, une série d'oscillations à longue période, terreur des exploitants de stations centrales. On démontre aisément que si l'on tient compte de la sensibilité imparfaite du régulateur, les vitesses d'embrayage pour la fermeture et pour l'ouverture sont toujours extérieures aux vitesses de débrayage d'ouverture et de fermeture, il en résulte, conformément au graphique de la figure 3, que les oscillations, non seulement se maintiennent, mais en outre s'accroissent, de manière à ce que au bout d'un certain temps l'admission soit successivement fermée et

***

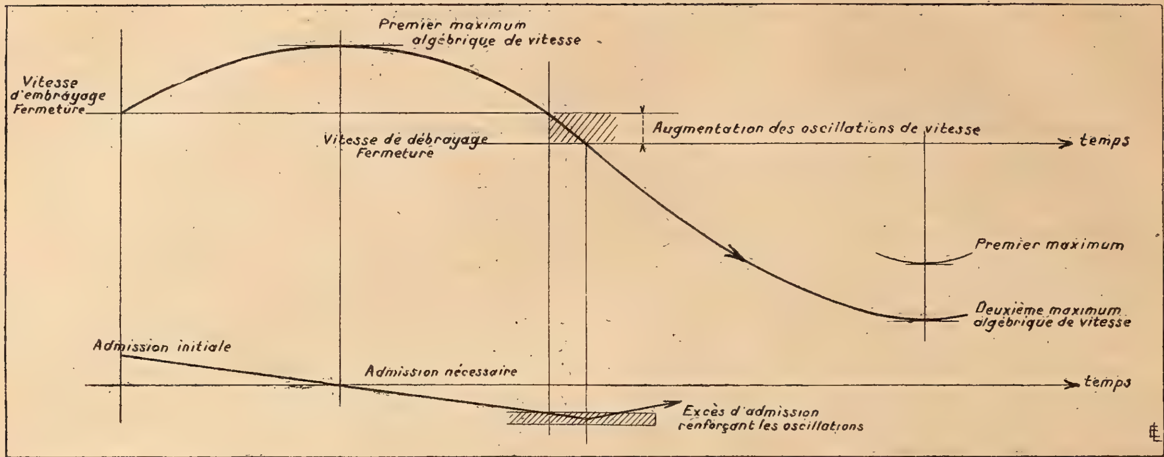


Fig. 3. — Perturbation (décharge). Régulateur indirect à sensibilité limitée. — Amplification des oscillations.

ouverte en plein. Il n'y a donc plus d'équilibre de régime possible (fig. 3).

Pour obvier à ces inconvénients, il est facile de voir que si l'on arrivait à supprimer la commande du moteur de vannage, peu après que le maximum de vitesse a été atteint, on reviendrait, sous l'influence du petit écart d'admission correspondant, à l'équilibre de régime, la vitesse diminuant avec le temps, suivant une loi linéaire, et l'admission ne se modifiant plus. C'est justement en effet ce petit écart des couples qui suffit à provoquer la baisse linéaire de vitesse en fonction du temps, jusqu'aux environs de l'équilibre définitif des vitesses et des couples. Quelques fractions d'oscillations complémentaires peuvent encore se produire, mais elles sont vite éteintes.

Un élément important intervient dans tous ces phénomènes, c'est le rapport de l'énergie cinétique totale W du groupe à la puissance maximum P_{max} qu'il peut fournir. Si l'on effectue ce quotient en utilisant des unités cohérentes, on trouve un chiffre exprimé en secondes, qui exprime ou bien le temps que mettrait le groupe (supposé débitant sur des résistances réglées, de telle sorte que la puissance fournie soit toujours la puissance maximum), à s'arrêter sous l'influence de la consommation de sa force vive, ou bien encore le temps nécessaire au dit groupe supposé alimenté à puissance constante et égale à la puissance maximum, pour acquérir sa vitesse de régime. Nous dénommerons cet élément *temps d'amortissement à la puissance maximum*, soit T. Si l'on examine les diverses sortes de groupes électrogènes utilisés dans les sations centrales, on trouve que ce facteur est de l'ordre de 10 à 40 secondes. On démontre enfin que si l'on suppose un régulateur fermant en plein en un nombre de secondes égal à θ, la valeur maximum de la vitesse relative atteinte en décharge complète (différence de la vitesse maximum et de la vitesse de régime divisée par cette vitesse de régime) est égale à :

$$Z\ max = \frac{\theta}{4\ T}$$

Ainsi un régulateur fermant en 8 secondes, appliqué à un groupe dont le taux d'amortissement est de 20 secondes, donnera une vitesse relative maximum égale à 1/10. L'idéal, pour réduire les écarts de vitesse, serait évidemment d'utiliser un régulateur fermant dans le temps θ le plus court possible, mais il faut tenir compte de la nécessité de réduire au minimum le coup de bélier développé dans la conduite.

Nous nous expliquerons ultérieurement sur ce point.

VII. — L'ASSERVISSEMENT

Reste à montrer comment ce blocage du moteur de vannage peut être réalisé aux environs (nous supposerons pour simplifier que ce soit à l'instant même) du maximum de vitesse (fig. 2 et 3).

Imaginons que la tige commandant le vannage soit pourvue d'une came d'un profil convenable, sur laquelle repose par l'intermédiaire d'un galet, le centre d'articulation F de la tringle qui, d'une part, embrasse par une fourchette, le manchon du tachymètre, et de l'autre, impressionne les relais.

Dans ces conditions, si le profil de la came a été bien choisi, on peut concevoir qu'au moment où la vitesse est maximum, le centre d'articulation se soit relevé d'une quantité telle que les trois points, manchon — centre d'articulation — milieu des relais soient en ligne droite. Alors le moteur de vannage cessera d'être mis en mouvement, et si l'on suppose

qu'il soit pourvu d'un frein, électro-magnétique ou autre, suffisant pour le bloquer plus ou moins instantanément, dans sa position actuelle, l'admission sera ainsi établie juste égale à la valeur nécessitée par le couple résistant final. On voit que tout se ramène ainsi au choix judicieux du tracé de la came. Cette disposition permet donc de régler l'admission à sa valeur finale, mais en même temps elle offre un inconvénient, c'est que la nouvelle vitesse de régime instituée est à peu près égale à celle correspondant au maximum de vitesse au cours de la perturbation.

Si l'on revient à la formule de tout à l'heure, et que l'on imagine un régulateur fermant par exemple en trois secondes et un groupe électrogène ayant un taux d'amortissement à pleine puissance égal à 10 secondes, on voit que la vitesse maxima ainsi réalisée dépassera de 10 % environ la vitesse de régime. C'est inadmissible en pratique et il faut ramener plus ou moins vite la vitesse du nouveau régime à des valeurs plus rapprochées de la vitesse moyenne. Signalons, avant de quitter la question, que le dispositif de rupture de la commande du vannage décrit plus haut, s'appelle *asservissement*, que le moteur de vannage ainsi commandé se dénomme servo-moteur, et enfin que Farcot est l'inventeur génial du dispositif, ayant voulu créer une régulation indirecte qui fût l'image de la régulation directe, en d'autres termes, ayant voulu, une fois réglées les transmissions, qu'à chaque position du manchon du tachymètre correspondît une valeur d'admission. Malheureusement, alors que dans la régulation directe, les variations de vitesse pour les régimes extrêmes de charge, peuvent être très réduites par rapport aux régimes moyens, dans la régulation indirecte, par cela même que le moteur agit avec sa loi de manœuvre propre, ces variations sont beaucoup plus grandes, la nouvelle vitesse de régime n'étant autre que la vitesse maxima au cours de la perturbation créée.

L. Barbillion,
Directeur de l'Institut Electrotechnique de Grenoble.

A suivre.)

TRANSFORMATION DE COURANT

Le Transformateur « Kenotron ».

« Kenotron » nom donné au transformateur dont nous allons donner la description, dérive de l'adjectif grec « Kenoss » signifiant « plein » et du suffixe « tron » qui signifie « instrument ». Cet appareil expérimenté à Schenectady au Laboratoire de la Compagnie générale électrique, ressemble beaucoup à la valve de Flemming, étant basé sur le phénomène d'émission des électrons provenant de métaux incandescents, mais il fonctionne sur des tensions beaucoup plus fortes.

La valve de Flemming est constituée par un filament scellé dans une ampoule de verre, une plaque de métal est placée le plus près possible du filament.

L'ampoule est vidée d'air et le filament est porté à l'incandescence par le courant d'une batterie d'accumulateurs (Voir fig. 1 et 2).

Pour obtenir la transformation, une source de potentiel est mise en connexion avec le filament et la plaque, le premier devient négatif et la plaque positive. L'espace existant entre le filament et la plaque reste neutre et forme le champ de rectification des oscillations utilisables dans les systèmes de transmissions sans fils.

Dans les transformateurs à cathode thermique, le courant de la cathode est dû à la convexité des électrons (masses chargées négativement occupant un volume d'environ 1/1.800 de l'atome d'hydrogène) par déflagration du courant dans les champs magnétiques ou électrostatiques produits.

Dans le cas des filaments de Tungstene chauffés, l'émission des électrons, à température constante, s'accroît a mesure que le vide est plus parfait jusque vers un maximum, immuable lorsqu'il est atteint, mais dont la valeur est fonction de la température, suivant l'équation de Richardson.

Dans les types de transformateurs à cathode thermique où le vide est obtenu par les procédés ordinaires, l'émission des électrons est accompagnée par une lueur bleue et la cathode se désagrège rapidement. Cette lueur est due à la présence de molécules de gaz chargés positivement (ions). La désintégration de la cathode est produite par les assauts constants de ces ions. Lorsque le vide est obtenu avec une grande approximation la conductivité s'opère uniquement par l'intermédiaire des électrons libérés à la cathode, à ce moment la lueur bleue disparaît.

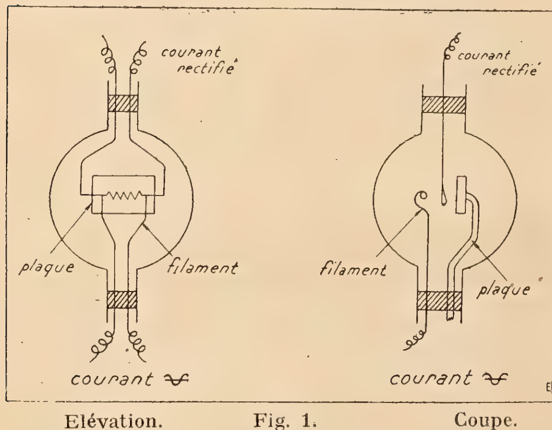
Au moyen d'un dispositif spécial dû au docteur Dushman, on obtient le vide à 5 millioniémes de millimètre de mercure près.

Le courant thermionique dans un vide très élevé dépend directement de la nature des électrodes et de la température.

Pour le Tungstene on obtient les valeurs suivantes :

Température absolue. Centigrade.	Milliampères. par cm3.
2.000	4,2
2.200	48,3
2.400	364,8
2.600	2044,0

Il existe toutefois un autre facteur capable d'influencer le courant thermionique, c'est le champ électrostatique ou « espace de charge ». Le phénomène, observé par Langmuir est crée directement par les éléments émis par la cathode.



Elévation. Fig. 1. Coupe.

L'effet de cette charge est de produire un surcroît de voltage proportionnel au courant et sensible à la température, en concordance avec l'équation de Richardson, constatant au maximum de température.

Plus la différence de potentiel entre les électrodes est élevée, plus la température limite s'accroît, mais en aucun cas le courant ou le voltage ne dépasse les valeurs données par Richardson.

Le régime de travail du « Kenotron » n'est limité, quand la tension est suffisante, que par la surface émettant les électrons et sa température, en considérant aussi que la durée utile du filament est d'environ 1.000 heures.

Un point important de l'appareil est la préservation du filament contre les décharges électrostatiques, l'attraction électrostatique entre les électrodes dévie proportionnellement au carré du voltage. Pendant la phase de transformation, la différence de potentiel est très basse; mais pendant l'autre demi-cycle, les électrodes sont soumises au voltage de régime de la ligne.

Des systèmes variés ont été adoptés, l'un d'eux est constitué par un cylindre de molydène muni d'un filament axial. Avec le courant continu sous une tension de 15.000 volts, le diamètre du cylindre n'excède pas 12 mm., 5; cependant un cylindre de 100 millimètres peut être employé avec un filament de 10 millimètres comme cathode.

Toujours pour courant continu sous tensions de 75.000 ou 100.000 volts, le diamètre du cylindre s'accroît de 5 centimètres. Dans un tube destiné à la transformation de 10 kilowatts à 100.000 volts, avec une capacité mise en jeu de 100 milliampères, les pertes d'énergie ne dépassent pas 1,25 %.

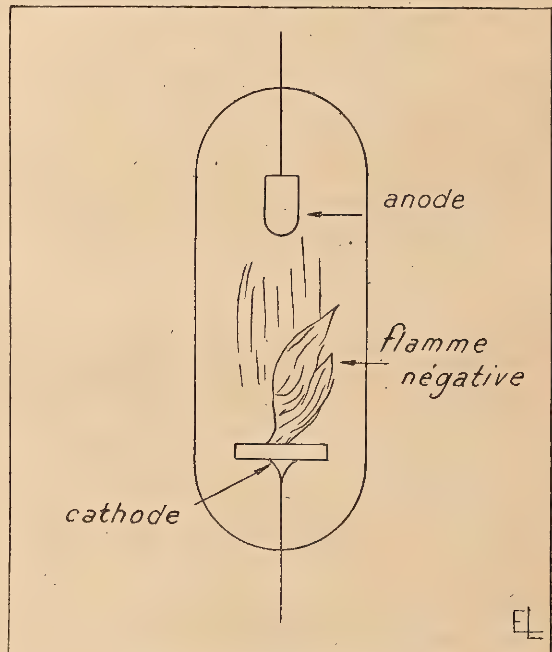


Fig. 2. — Flamme cathodique.

Les transformateurs Kenotron ont été construits pour courant continu sous tension de 100.000 volts, avec un régime de 1 ampère 5.

On peut en outre envisager l'extension du système jusqu'à 200.000 volts, mais il est préférable de construire par groupes de 10 kilowatts quand la tension dépasse 25.000 volts; des appareils à voltage plus faible peuvent aussi être employés utilement.

Ainsi que les transformateurs à vapeur de mercure, on peut les brancher en parallèle. Au laboratoire, ils facilitent la production de courant continu à haute tension, faible intensité pour études au spectroscope et surtout pour l'essai et la vérification diélectrique des isolants. Ils s'adaptent très bien aux rayons X et conviennent parfaitement aux différents travaux à haute tension en télégraphie et téléphonie sans fils.

E.-J.-F. Vachet,

La station radio-télégraphique de Rome.

En 1917, le Gouvernement italien décida de construire à San Paolo une station radiotélégraphique pouvant communiquer avec l'Amérique du Nord et capable d'assurer les communications avec les colonies de la Mer rouge. La marine Royale fut chargée de ce soin; c'est d'ailleurs elle qui actuellement s'occupe de toutes les communications radiotélégraphiques entre l'Italie et ses colonies.

Le système adopté est le système d'émissions entretenues par arc Poulsen, système déjà adopté par la Marine italienne pour d'autres stations plus petites.

On a choisi comme antenne provisoire, une antenne ayant la forme d'un triangle équilatéral, d'environ 213 mètres de haut et supportée par des mâts en bois.

Les générateurs ont été fournis par la Compagnie Marelli.

En moins de cinq mois, le 1er octobre 1917, la station était prête à fonctionner.

Nous donnons ci-après le schéma des installations (fig. 1) et la description de la station, d'après *The Electrician*.

APPAREILS DE TRANSMISSION

La chambre de transmission est divisée en deux parties, l'une pour les appareils générateurs, l'autre pour l'arc. Il n'existe actuellement qu'un seul groupe moteur générateur, mais on compte ajouter bientôt un second.

L'énergie est fournie par la Società Anglo Romana à 8.500 volts (triphasée). Un petit transformateur de 30 kilovolts-ampères abaisse le courant à 220 volts pour les lignes d'éclairage et un autre transformateur de 500 kilovolts-ampères fournit 525 volts au groupe principal et aux moteurs auxiliaires.

Le groupe moteur-générateur consiste en deux machines tournant à 645 tours par minute. Le moteur a les constantes suivantes : 387 kilowatts, 500 volts, 530 ampères, 44 périodes, facteur de puissance 88 %, rendement à pleine charge 93,5 %. Le générateur à courant continu a deux collecteurs qui peuvent être connectés en série ou en parallèle. Il est très hyper-compoundé et est excité séparément à 110 volts. A plein débit et avec deux

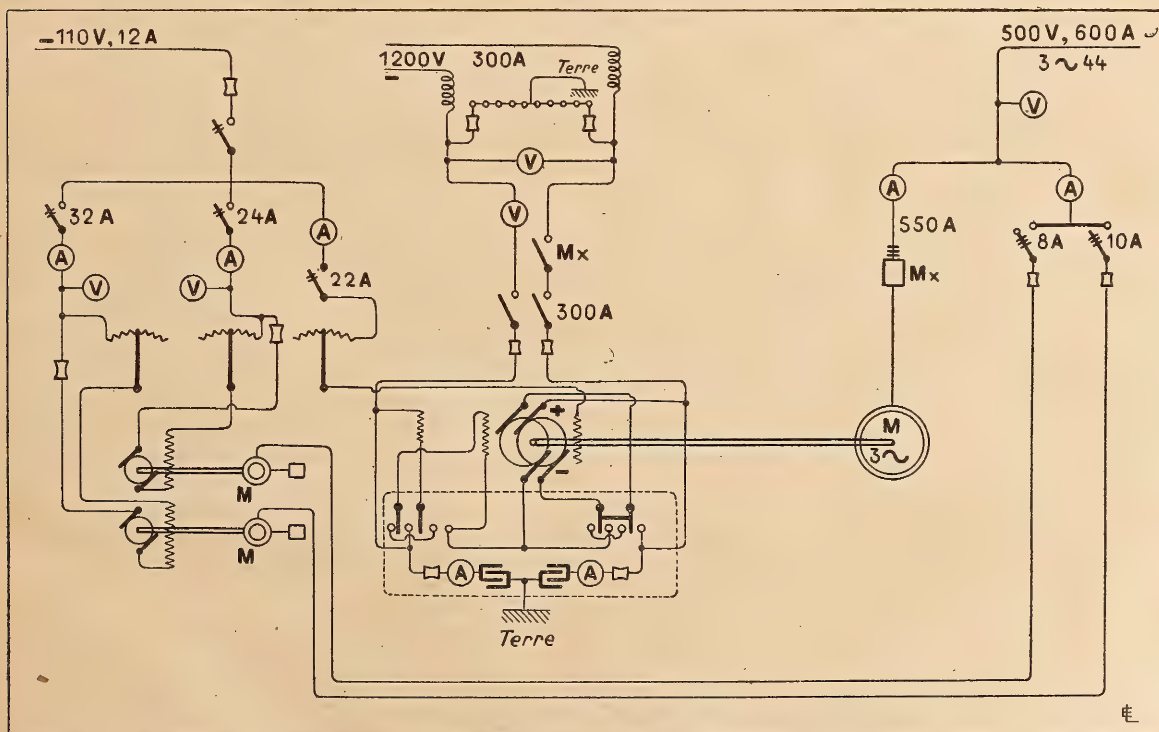


Fig. 1. — Diagramme des connexions.

collecteurs en série, il donne 350 kilowatts, 1.200 volts, 291 ampères et un rendement de 93 %. Les deux moitiés de l'enroulement inducteur série peuvent être connectées en série ou en parallèle, donnant des caractéristiques variées. L'échauffement est inférieur à 40 degrés, dans toutes les parties électriques.

On a assuré la protection de la dynamo contre les courants de haute fréquence engendrés dans l'arc et contre une perte à la terre possible de l'antenne.

L'antenne est séparée de la terre par un condensateur et le bâti de la dynamo (donc l'unité entière) est isolé du sol par un cadre en hêtre trempé dans de la paraffine chaude. Pour empêcher tout courant oscillatoire d'atteindre les enroulements de la dynamo, on a pris les dispositions suivantes : 1° on a inséré dans les circuits allant à l'arc de fortes bobines de self ; 2° les bornes de ce circuit sont reliées entre elle par une résistance ohmique consistant en vingt lampes à incandescence en série, le point milieu étant relié à la terre ; 3° les bornes de la machine sont shuntées par deux groupes de condensateurs, celui connecté au pôle positif étant de 0,1 microfarads, celui connecté au pôle négatif étant de 2 microfarad, et les points de jonction des groupes étant connectés au bâti du groupe moteur-générateur. Ce dernier shunt comprend deux ampèremètres qui, dans les conditions normales de fonctionnement de l'arc, indiquent un courant oscillant d'environ 0,5 ampère.

ÉQUIPEMENT DE L'ARC

Il comprend deux arcs similaires, un tableau de distribution, une self d'antenne et une table sur laquelle sont montés tous les accessoires d'émission.

Sur les tableaux se trouve un commutateur permettant de passer de l'un à l'autre arc, deux bobines supplémentaires de self, un disjoncteur, une résistance de démarrage avec commande électrique à distance, un ampèremètre et un voltmètre. Tous les appareils auxiliaires sont alimentés par du courant à 110 volts et sont munis d'un dispositif empêchant la fermeture du circuit de l'arc tant que les manœuvres préliminaires n'ont pas été effectuées.

LONGUEUR D'ONDE

Le fonctionnement normal de cette station radiotélégraphique a lieu sur la longueur d'onde de 11.000 mètres, avec un courant d'alimentation de 220 ampères et une intensité de champ au centre des électrodes de 6.700 gauss. Avec l'onde de 7.000 mètres, il suffit d'un courant de 150 ampères, et l'intensité du champ n'est plus que de 5.750 gauss. L'anode en cuivre est refroidie par de l'eau qui continue ensuite à circuler pour refroidir la cuve de l'arc. La cathode en charbon a 5 centimètres de diamètre ; elle est animée d'un lent mouvement de rotation (1 tour par minute environ) pour égaliser son usure. Le réglage de la distance entre les électrodes est effectué à la main.

L'arc fonctionne dans du gaz d'éclairage.

L'anode de l'arc est directement connectée à l'antenne par une grosse inductance d'environ 3.060 microhenrys. La cathode est connectée par l'ampèremètre d'antenne à une borne du condensateur d'antenne ; l'autre borne de ce condensateur est reliée à la terre.

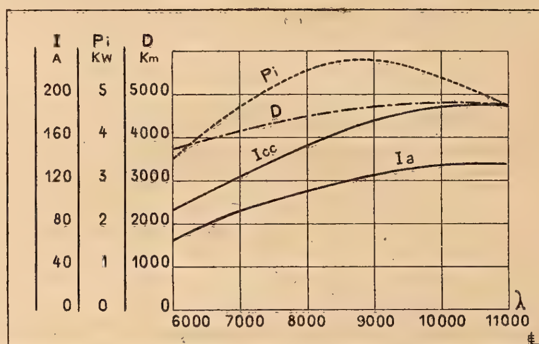


Fig. 2. — Relation entre les longueurs d'onde et le courant dans l'antenne *Ia*, la puissance rayonnée P*i* et la « portée conventionnelle » D.

MANIPULATION

On signale en décourt-circuitant un certain nombre de tours de la self d'antenne, réduisant ainsi la longueur d'onde dans l'intervalle entre les signaux. Les deux ondes obtenues, l'onde de manipulation et l'onde de retour, diffèrent de 180 mètres pour une onde d'émission de 11.000 mètres. L'existence de ces deux ondes est naturellement un désavantage car un opérateur peu entraîné peut s'accorder sur l'onde de retour ; l'interférence des autres stations s'en trouve également accrue.

Pour supprimer l'onde de retour on a imaginé d'émettre tantôt sur l'antenne, tantôt sur un circuit fermé ; des essais sont en cours.

On manipule en décourt-circuitant quelques spires de la self d'antenne, à l'aide d'un électro manœuvré par l'action du manipulateur.

Des expériences ont été faites en maintenant constant le voltage d'alimentation ; dans chaque cas l'intervalle entre les électrodes était réglé pour un fonctionnement optimum. Les mesures effectuées ont permis de dresser l'ensemble de courbes (fig. 2), donnant pour un voltage constant de 800 volts, le courant oscillatoire dans l'antenne I *a*, la puissance rayonnée P *i* et la « portée conventionnelle » D calculée par la formule d'Austin en supposant un courant de réception de 15 micro-

ampères, une hauteur effective d'antenne réceptrice de 100 mètres et une résistance de 25 ohms.

SYSTÈME DE RÉCEPTION

La station de San Paolo possède deux postes de réception. L'un est du type ordinaire ; il est voisin de la station émettrice. L'autre situé près du Monte Rotondo a été installé en vue d'un fonctionnement duplex avec l'Amérique. Il reçoit de l'Amérique sur un cadre dont le plan est dirigé vers la station américaine émettrice et suivant une perpendiculaire à la ligne joignant Monte Rotondo et San Paolo. Il en résulte que la réception n'est que peu influencée par la transmission de San Paolo et que l'on peut recevoir l'Amérique à tout instant.

Le prix de revient de la station est un peu inférieur à un million de francs.

De juin à octobre inclus la réception est assez difficile à partir de huit heures du matin.

Novembre et décembre sont les meilleurs mois pour la réception, mais on a cependant pu entendre l'Amérique sans interruption, sauf en cas d'orage violent près de la station réceptrice.

M. G.

Dynamos pour électrolyse.

Dans un précédent article sur ces machines (1), nous avons noté que pour améliorer la commutation, il était nécessaire de réduire le plus possible la self induction apparente des sections, et que l'on devait prévoir de larges rainures. Dans le même but, on choisit un induit de longueur réduite et de faible vitesse angulaire.

Pour réduire les courants de Foucault, le nombre de lames doit être le plus grand possible.

La tendance actuelle est de limiter la tension de ces machines aux environs de 120 volts.

Nous sommes heureux de soumettre à nos lecteurs des plans de groupes convertisseurs construits dernièrement par les établissements Schneider pour l'électro-métallurgie.

Les figures 1 et 3 se rapportent à une dynamo installée à l'usine de Rioupérou. Un moteur synchrone triphasé entraînant par manchon élastique type Zodel, 2 génératrices à courant continu chacune de 110/130 volts, 2000 ampères, 6 pôles, diamètre de l'induit 650 millimètres ; longueur, 355 millimètres ; 84 encoches de 41 × 9 millimètres ; collecteur de 84 lames. Diamètre, 420 millimètres ; largeur utile, 255 millimètres. Chaque ligne de balai comprend 9 charbons de 32 × 20 millimètres. L'inducteur comprend 6 pôles principaux et 6 pôles de commutation. Rendement, 92,1 % ; vitesse, 780.

Figure 2 : groupe de 2 génératrices de 160 volts. 2000 ampères, 730 tours à la minute.

Ce dispositif d'un moteur actionnant deux génératrices accouplées à droite et à gauche sur le même arbre a été reproduit pour un groupe moteur triphasé 900 HP 5.000 volts 730 t. m. actionnant deux génératrices courant continu 160 volts produisant 2.000 ampères chacune.

Enfin la fig. 2 représente un groupe convertisseur de même type, mais avec une seule génératrice.

R. Dumé.

(1) Voir *l'Electricien* du 15 mai 1921, p. 222.

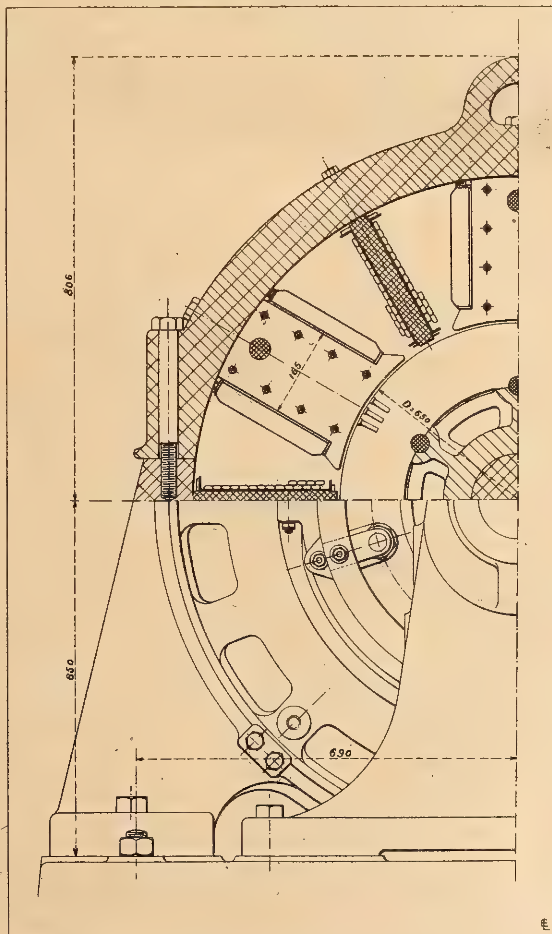


Fig 1. — Demi-vue de la génératrice fig. 3.

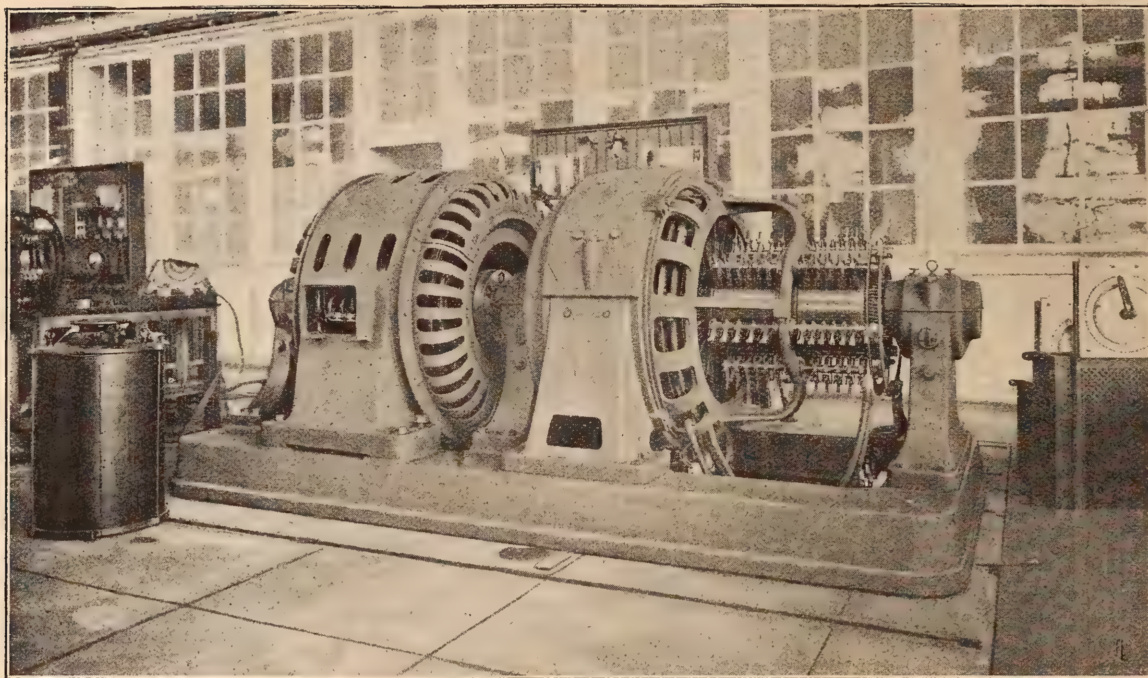


Fig. 2. — Groupe convertisseur Schneider, pour électrolyse.

Fig. 1. — Coupe de la génératrice de 250 kw., 750 t/m.

Informations.

Autorisations. — Concessions.

Ain. — Un certain nombre de communes rurales du département de l'Ain sont traversées par les lignes à haute tension qui vont être construites par la Société de transport d'énergie des Alpes. L'administrateur-délégué de cette Société a fait connaître aux municipalités qu'elle était disposée à faire tout son possible pour donner satisfaction à ces communes dès qu'entrera en fonctionnement normal la ligne de transport des Alpes et la chute de la Haute-Isère.

Doubs. — La Société électrique de Montjoie a sollicité l'autorisation d'établir, par permission de voirie, une ligne électrique à haute tension entre Pont-de-Roide et Vermondens.

Doubs et Jura. — La Société des forces motrices de la Loue, qui avait été autorisée provisoirement à établir un réseau de distribution d'énergie électrique aux services publics, réseau du Doubs et extensions pour lequel elle a formulé une demande de concession avec déclaration d'utilité publique, vient d'obtenir l'autorisation provisoire de circulation de courant sous réserve que les essais prévus à l'article 42 du décret du 3 avril 1908 seront satisfaisants et après que les services intéressés auront émis des avis favorables.

Meurthe-et-Moselle, Meuse et Moselle. — La Société électrique de la Sidérurgie lorraine a présenté deux demandes de concession pour des lignes de transport d'énergie électrique s'étendant, d'une part sur les départements de Meurthe-et-Moselle, de la Meuse et de la Moselle et d'autre part, pour un réseau s'étendant exclusivement en Meurthe-et-Moselle.

Ces demandes sont actuellement soumises à l'instruction réglementaire.

Saône-et-Loire. — L'ouverture de l'enquête vient d'être autorisée en ce qui concerne le projet présenté par la Société « Energie Electrique Rhône et Jura » pour la concession, avec déclaration d'utilité publique, d'une ligne de transport de force à 120.000 volts entre Chancy-Pougny (Ain) et Jeanne-Rose (Saône-et-Loire).

Seine. — La Compagnie d'Electricité de l'Ouest-Parisien (Ouest-Lumière) a demandé l'autorisation d'établir, sous le régime des permissions de voirie une canalisation électrique souterraine à haute tension entre Châtillon et Clamart, destinée à l'alimentation des réseaux de ces deux communes et accessoirement à l'hôpital Percy, à Clamart.

Seine-Inférieure. — La commune des Mesnières-en-Bray a été autorisée à établir et à exploiter en régie sur son territoire un réseau de distribution d'énergie électrique.

Seine-et-Oise. — La Société « Sud-Lumière » vient d'être autorisée à établir provisoirement, à ses risques et périls, un branchement d'énergie électrique à haute tension destinée à alimenter le sanatorium des cheminots à Ris-Orangis.

Cette ligne doit être incorporée dans la demande de concession d'Etat que cette Société s'est engagée à présenter.

Prix des charbons

pour l'industrie électrique pour le 3e trimestre 1921.

Départements. Raison sociale. Usines.	*Prix homologué.*
Marne. — Société anonyme des usines à gaz du Nord et de l'Est, Epernay	130 fr. 23
Allier. — Compagnie Electrique de la Loire et du Centre. Usine à Montluçon	122 fr. 94
Bouches-du-Rhône. — Compagnie d'Electricité de Marseille. Usine à Marseille	93 fr. 25
Cher. — Production, transport, ditribution. Usine à Bourges	141 fr. 03
Loire. — Compagnie Electrique de la Loire et du Centre. Usine à Saint-Etienne	123 fr. 56
Loiret. — Société Orléanaise pour l'éclairage au gaz et à l'électricité. Usine à Orléans	151 fr. 87
Loire. — Compagnie Electrique de la Loire et du Centre. Usine à Roanne	114 fr. 38
Ardennes. — L'Est Electrique. Usine à Mohon	121 fr. 95
Manche. — Gaz et eau. Usine à Cherbourg	132 fr. 43
Rhône. — Compagnie du Gaz de Lyon. Usine à La Mouche	102 fr. 75
Aube. — La Champagne électrique. Usine à Troyes	149 fr. 50

Énergie importée et tarifs douaniers.

Le Ministère du commerce et de l'industrie, saisi d'un projet concernant l'apport d'une quantité importante d'énergie hydro-électrique produite en Suisse, a consulté l'administration des travaux publics sur le point de savoir s'il envisageait dès maintenant l'application d'un droit de douane sur l'énergie électrique produite en territoire étranger.

Le Ministère des travaux publics vient de faire connaître qu'en raison de la situation actuelle de la production de l'énergie sur le territoire français, il ne paraissait pas opportun, pour le moment, de taxer l'énergie électrique d'origine étrangère importée en France.

RÉSEAUX RURAUX

Seine-et-Oise.

Une conférence a été tenue récemment entre l'Ingénieur en chef du Contrôle des distributions d'énergie électrique du département de Seine-et-Oise et l'Ingénieur du Génie rural au sujet de l'établissement d'un réseau rural de distribution d'énergie électrique dans la commune de Brueil-en-Vexin.

Un avant-projet a été dressé par le Génie rural pour l'électrification de la commune, et la municipalité sollicite une subvention pour l'installation du réseau.

Il s'agit là d'une petite distribution puisqu'elle sera limitée au bourg chef-lieu et à une ferme située à environ 600 mètres dans la campagne, mais il n'est pas sans intérêt de donner quelques indications sur ce projet, à titre de renseignement pour d'autres communes peu importantes qui désireraient procéder à une installation analogue.

D'après l'étude à laquelle ont procédé ces services techniques, le réseau doit comprendre :

1° Un poste de transformation pour transformateur de 15 à 20 kilovolt-ampère ;

2° Un réseau de basse tension de 1.400 mètres de longueur environ.

Les dépenses de premier établissement peuvent s'établir comme suit :

Une cabine le transformateur, bâtiment et équipement	15.000 fr.
1.400 mètres de lignes B. T. à 10.000 francs le kilomètre, soit environ.......	15.000 fr.
Total :	30.000 fr.

Prévision de consommation annuelle :

Lumière	2.500	kilowatts-heure
Force	5.000	—
Total	7.500	—

Comme mode d'exploitation, la commune ne désirant pas exploiter elle-même son réseau, le céderait à une Société de distribution dont une ligne à haute tension traverse précisément la localité de Brueil-en-Vexin.

Un projet de convention et un projet de cahier des charges ont été étudiés à cet effet, par cette Société.

Au point de vue des tarifs, la commune de Brueil-en-Vexin se classe, pour le département de Seine-et-Oise, dans la catégorie de celles pour lesquelles l'énergie électrique doit être vendue au compteur au prix de ;

1 franc le kilowatt-heure pour l'éclairage,

et 0 fr. 60 pour la force motrice ou tous autres usages, avec majoration, par franc d'augmentation de l'index économique au-dessus de 20 francs, de 3 m/m. 75 pour la lumière,

et de 3 m/m 25 pour tous autres usages.

La Société qui assurerait l'exploitation propose un prix de base de

1 fr. 10 pour la vente du kilowatt-heure (lumière),

et de 0 fr. 60 pour la vente du kilowatt-heure (force).

Avec majoration de 0,004 par franc d'augmentation de l'index au-dessus de 20 francs.

L'augmentation proposée par la Société, 1 fr. 10 au lieu de 1 franc, correspond à l'amortissement des dépenses de premier établissement du réseau, soit 30.000 francs répartis comme suit :

Participation de la Société : 10.000 francs.
Participation de la commune : 20.000 francs.

En compensation de la participation communale, la société exploitante lui verserait, d'après l'art. 5 du cahier des charges, des ristournes de :

0 fr. 20 par kilowatt-heure vendu pour l'éclairage ;

et de 0 fr. 07 par kilowatt-heure vendu pour tous autres usages.

Les circulaires du 15 juin et 15 juillet 1920 prévoient que le produit des ristournes doit correspondre sensiblement à l'intérêt et à l'amortissement des dépenses engagées par la commune pour l'établissement du réseau.

L'annuité correspondante, en l'espèce, à l'intérêt et à l'amortissement de ces dépenses peut être évaluée à $\frac{20.000 \times 10}{100} = 2.000$ francs.

alors que, en se basant sur la consommation annuelle précitée de :

2.500 kilowatt-heure pour la lumière,

et de 5.000 kilowatt-heure, pour la force, le produit des ristournes serait

de 2.500 × 0,20 = 500 francs pour la lumière

et de 5.000 × 0,07 = 350 francs pour la force.

Soit, au total : 850 francs.

Le produit des ristournes serait donc inférieur de plus de moitié à l'annuité prévue.

Dans ces conditions, la Société a proposé une autre combinaison qui consisterait à baisser le prix de base pour la vente du kilowatt-heure lumière à 1 franc (au lieu de 1 fr. 10), mais de ramener en même temps les ristournes sur la lumière de 0,20 à 0,133 par kilowatt-heure vendu :

Par suite, le produit des ristournes serait de :

Lumière ...	2.500 × 0,133 =	326 fr.
Force	5.000 × 0. 07 =	335 fr.
Total		660 fr.

Cette combinaison, qui abaisse le prix de vente

pour le consommateur, semble acceptable en raison de la possibilité pour la commune de Brueil-en-Vexin d'obtenir une subvention de l'Etat.

En effet, si aux 660 francs du produit des ristournes, on ajoute le produit des redevances pour occupation du domaine public communal, on arrive à un chiffre d'environ 800 francs. Si, d'autre part, la subvention de l'Etat peut s'élever au tiers des dépenses de premier établissement, soit

$$\frac{30.000}{3} = 10.000 \text{ francs},$$

l'annuité annuelle à la charge de la commune ne serait plus que de

$$\frac{10.000 \times 10}{100} = 1.000 \text{ francs}.$$

Le produit des ristournes serait donc sensiblement égal à cette dépense et les tarifs seraient maintenus à un taux susceptible de développer la consommation.

Les services techniques chargés de l'examen du projet ont estimé qu'il y avait lieu, pour le ministère de l'Agriculture, de prendre en considération la demande formulée par la municipalité de Brueil-en-Vexin, pour le concours financier de l'Etat, en vue de l'électrification de cette commune, et de fixer à 33 % des dépenses de premier établissement le montant de cette participation avec un maximum de 10.000 francs.

J. R.



FOURNITURE DE L'ÉNERGIE ÉLECTRIQUE A PROXIMITÉ DES RÉSEAUX DE DISTRIBUTION D'ÉNERGIE AUX SERVICES PUBLICS.

La question s'est posée de savoir dans quelles conditions des compagnies concessionnaires de distribution d'énergie électrique aux services publics doivent fournir l'énergie électrique à des particuliers dont les usines sont situées sur le parcours des réseaux et qui demandent à être alimentées.

L'Administration des Travaux publics, consultée à ce sujet, a fait connaître, dans une décision récente, que le concessionnaire d'une distribution aux services publics n'a, en aucune manière, « l'obligation » de desservir des particuliers. Il ne peut même leur fournir de l'énergie que dans les conditions fixées par l'art. 3 du cahier des charges-type du 28 juin 1921, c'est-à-dire qu'il est tenu de demander une autorisation au ministre des Travaux publics, autorisation qui n'est accordée que sous la condition expresse qu'il ne résultera de cette fourniture aucune entrave au bon fonctionnement de la distribution aux services publics.

Quant aux tarifs applicables à cette fourniture, ils ne sont pas forcément identiques à ceux imposés par le cahier des charges pour les fournitures aux services publics énumérés à l'art. 1er dudit cahier des charges.

Aucun texte ne permet actuellement de les fixer, mais il semble que le même acte administratif qui autorisera, le cas échéant, le concessionnaire à desservir un particulier, devra en même temps, homologuer les propositions que ledit concessionnaire soumettra à l'administration pour régler les conditions de cette fourniture.

La question de l'alimentation des particuliers par les réseaux de distribution d'énergie électrique aux services publics, qui n'a pas été solutionnée dans les cahiers des charges revisés par décret du 28 juin 1921 est actuellement à l'étude. — La solution présente une grande utilité. L'Administration ne saurait, en effet, se désintéresser du sort réservé aux grandes industries privées voisines des réseaux, en ce qui concerne leur alimentation en énergie électrique.

J. R.

JURISPRUDENCE

Pourvoi en Conseil d'État
pour revision de tarifs.

La Société pyrénéenne d'énergie électrique a formulé un pourvoi devant le Conseil d'Etat contre un arrêté en date du 8 février 1921, par lequel le Conseil de préfecture de l'Ariège avait rejeté sa demande en revision d'un contrat de distribution d'énergie électrique passé avec la commune d'Ussat en raison des charges extracontractuelles supportées du fait de la guerre.

Le Conseil de préfecture avait repoussé cette demande et statué dans un sens favorable à la municipalité d'Ussat en considérant que le contrat de concession était intervenu à la date du 11 juillet 1918, c'est-à-dire en pleine guerre et à une époque où la société concessionnaire pouvait, avant de traiter, tenir compte dans ses calculs et prévisions des divers aléas dus à la hausse des prix.

Le litige porté ainsi devant le Conseil d'Etat pose la question de la mesure dans laquelle il y a lieu d'appliquer la théorie de « l'imprévision » consacrée par divers arrêts. L'avis de la Haute-Assemblée sera donc de très grand intérêt tant pour les industriels que pour les abonnés.



CONDITIONS TECHNIQUES

auxquelles doivent satisfaire les distributions d'énergie électrique.

++++++

ARRÊTÉ du 30 juillet 2921 (*Suite et Fin*) (1)

Art. 68. (*Suite*).

§ 2. — Dans la zone dite urbaine, les rails seront reliés entre eux métalliquement par des connexions transversales situées au moins tous les vingt joints. Dans les parties à deux voies juxtaposées, les rails intérieurs des deux voies doivent être reliés entre eux par une connexion transversale située au moins tous les kilomètres.

Ces connections auront une section d'au moins 50 millimètres carrés, si elles sont en cuivre, ou une section électriquement équivalente.

Dans la zone suburbaine, ces connexions ne seront pas exigées en voie courante, sauf aux aiguilles, croisements, points spéciaux.

§ 3. — Tous les conducteurs de courant reliés aux rails doivent être isolés du sol, sauf dans le cas où leur longueur est inférieure à 100 mètres et où ces conducteurs sont reliés au sol par une plaque de terre au moins à une de leurs extrémités.

Font exception les connexions de joints de rails, les connexions des appareils et les connexions transversales qui peuvent être nues.

Chute de tension calculée dans les rails.

Art. 69. — § 1er. — Dans les cas mentionnés au paragraphe qui suit, le concessionnaire devra justifier dans le projet d'exécution, qu'il doit présenter que les dispositions prises pour le retour du courant (poids des rails), dispositifs de connexions, artères de retour, etc.) permettant de satisfaire à la condition suivante : la chute de tension moyenne calculée dans les rails sur la durée définie à l'article 47 avec l'horaire prévu ne devra pas dépasser 15 % de la tension d'alimentation au départ des centrales ou sous-stations, en supposant qu'il n'y ait aucune dérivation dans le sol.

§ 2. — Les obligations prescrites au paragraphe qui précède, s'appliquent :

a) Aux lignes à construire, même à celles dont les projets auraient été antérieurement approuvés ;

b) Aux lignes préexistantes qui viennent à subir d'importantes modifications, soit dans le service des trains soit dans la construction des voies ou des canalisations desservant les voies.

Elles ne s'appliquent pas aux lignes préexistantes, tant que celles-ci ne subiront pas de modifications de la nature indiquée ci-dessus.

Résistance entre les rails et les conduites souterraines.

Art. 70. — § 1er. — Toutes dispositions seront prises lors de l'établissement des voies pour augmenter le plus possible la protection contre l'influence du courant circulant dans les rails, des conduites, canalisations ou masses métalliques souterraines avoisinantes.

§ 2. — En particulier, lorsque la voie passe sur un ouvrage métallique, les rails et les conducteurs qui leur sont reliés doivent être, autant que possible, isolés électriquement dans la traversée de l'ouvrage.

§ 3. — Dans les autres parties de la voie et principalement aux stations, les rails doivent êrre reliés au sol d'une manière efficace, afin d'éviter les différences de potentiel dangereuses entre le sol et le matériel roulant ou les voies ; une plaque de terre sera installée au moins tous les 3 kilomètres.

Vérifications.

Art. 71. — L'exploitant est tenu de faire les installations nécessaires pour permettre au service du contrôle de vérifier l'application des prescriptions précédentes.

Il doit notamment disposer, s'il y a nécessité, des fils pilotes pour mesurer les différences de potentiel entre les points désignés de la distribution.

Section III. — Prescriptions concernant les équipements électriques du matériel roulant.

Prescriptions relatives aux organes sous tension.

Art. 72. — Toutes dispositions doivent être prises dans la construction du matériel roulant accessible au public pour éviter tout contact accidentel des voyageurs avec un conducteur ou un organe sous tension et, dans la mesure du possible, tout commencement d'incendie dû au passage du courant.

Isolement et protection des conducteurs.

Art. 73. — Dans les parties des voitures accessibles au public, tous les conducteurs doivent comporter un isolement en rapport avec leur tension par rapport à la terre et être protégés par une paroi isolante ou métallique.

Prescriptions relatives aux organes susceptibles d'être sous tension et aux organes mobiles.

Art. 74. — § 1er. — Tous les appareils employés dans l'équipement du matériel roulant comportant des parties métalliques nues susceptibles d'être sous tension doivent être enfermés dans un capot isolant ou métallique.

§ 2. — Tous les appareils employés dans l'équipement du matérieè roulant comportant des organes mobiles (par exemple, poignées de disjoncteurs, etc.), ou susceptibles de donner lieu à des arcs de rupture (par exemple, contacteurs, interrupteurs, etc.), doivent être protégés de façon à éviter, dans la mesure du possible, que les personnes placées dans leur voisinage soient atteintes par l'organe qui se déplace ou par les projections auxquelles le fonctionnement de l'appareil peut donner lieu.

Prescriptions concernant les équipements utilisés avec des courants de 2e catégorie.

Art. 75. — § 1er. — Pour les équipements utilisés avec des courants de 2e catégorie, outre les dispositions indiquées aux articles 72, 73 et 74, les canalisations électriques doivent, sur toute leur longueur, être protégées par des gaines métalliques et les appareils doivent être complètement enfermés dans des armoires ou cabines métalliques.

§ 2. — En particulier, les appareils utilisés pour la conduite de la voiture doivent se trouver complètement hors de la portée du public, et, autant que possible, rassemblés dans une cabine accessible seulement aux machinistes ou à toute personne dûment qualifiée.

(1) Voir *l'Electricien* 1er et 15 novembre, 1er et 15 décembre 1921.

Mise à la masse des pièces métalliques.

Art. 76. — Toutes les parois ou gaines métalliques en contact avec des conducteurs isolés, tous les capots, armoires ou cabines métalliques utilisés pour la protection des appareils doivent être reliés de façon permanente à la masse du châssis au moyen d'un conducteur de section suffisante.

TITRE IV

Dispositions diverses.

Interdiction d'employer la terre.

Art. 77. — Il est interdit d'employer la terre comme partie d'un circuit de distribution ou d'alimentation.

Voisinage des magasins à poudre et poudreries.

Art. 78. — Aucune canalisation de distribution ou d'alimentation ou ligne de contact ne peut être établie à moins de vingt mètres d'une poudrerie ou d'un magasin à poudre, à munitions ou à explosifs si ce conducteur est aérien ; de dix mètres, si ce conducteur est souterrain.

Cette distance se compte à partir de l'aplomb extérieur de la clôture qui entoure la poudrerie ou du mur d'enceinte spécial qui entoure le magasin. S'il n'existe pas de mur, on devra considérer comme limite :

1° D'un magasin enterré, le pied du talus du massif de terre recouvrant les locaux ;

2° D'un magasin souterrain, le polygone convexe circonscrit à la projection horizontale sur le sol des locaux et des gaines ou couloirs qui mettent ces locaux en communication avec l'extérieur.

Condition d'application du présent règlement.

Art. 79. — § 1er. — Des dérogations aux prescriptions du présent arrêté pourront être accordées par le ministre des travaux publics, après avis du comité d'électricité.

§ 2. — Le présent règlement ne fait pas obstacle à ce que le service du contrôle, lorsque la sécurité l'exige, impose des conditions spéciales pour l'établissement des installations, sauf recours des intéressés au ministre des travaux publics.

§ 3. — Le présent arrêté annule et remplace l'arrêté du 21 mars 1911.

Délais d'application du présent règlement.

Art. 80. — Les dispositions du présent arrêté, qui modifient les dispositions des arrêtés antérieurs, seront applicables aux installations actuellement existantes :

1° Dans un délai à fixer dans chaque cas particulier par l'administration et qui ne sera en aucun cas, inférieur à un an pour les dispositions de l'article 53 (§ 3), de l'article 61 (§ 2) et de l'article 66 ;

2° Dans un délai à fixer dans chaque cas particulier par l'administration et qui ne sera, en aucun cas, inférieur à cinq ans, pour les dispositions des articles 42 (§ 2), 51, 52 § 3 et § 4 ;

3° Au fur et à mesure des travaux de renouvellement ou de modification et seulement en cas de nécessité dûment reconnue pour les dispositions des articles 29 (§ 1er,) 35 (§ 3), 35 (§ 4) (en ce qui concerne l'application de l'article 25 (§ 5), 35 (§ 5, 2e et 3e alinéas), 48 (§ 3), 52 (§ 1er), 59 (§ 2) et 68 (§ 2).

Paris, le 30 juillet 1921.

Yves Le Trocquer.

Pour compléter la documentation de nos lecteurs, nous donnons ci-après la légende accompagnant la planche publiée page 522 :

LÉGENDE DE LA PLANCHE

a) Deux isolateurs placés à la même hauteur et à côté l'un de l'autre, sur chaque support de la traversée. Le fil de ligne passe sur un des isolateurs. Un fil court est fixé à l'autre isolateur et relié au fil de ligne par deux ligatures soignées de part et d'autre de l'autre isolateur. De cette manière, le fil de ligne et son isolateur d'une part, le fil court et le deuxième isolateur d'autre part, travaillent en parallèle.

b) Même dispositif, mais avec l'isolateur n° 2 placé au-dessus et non à côté de l'isolateur n° 1. Ce deuxième isolateur devrait être d'un type plus résistant et éprouvé au double de la tension des isolateurs normaux de la ligne.

c) Avec trois isolateurs sur chaque support de la traversée. Les trois isolateurs sont placés à la même hauteur et à côté l'un de l'autre, dans le sens perpendiculaire au fil de ligne. L'isolateur du milieu supporte le fil de ligne qui est ininterrompu.

A droite, un fil court, coupé d'une part à l'isolateur de droite, d'autre part au fil de ligne par une ligature faite du côté de la traversée. A gauche, un deuxième fil court fixé de même à l'isolateur de gauche et au fil de ligne.

d) Même dispositif, mais chaque fil court est fixé avec fil de ligne par deux ligatures, l'une du côté traversé, l'autre sur la portée contiguë, de façon à équilibrer la traction sur chaque isolateur.

e) Trois isolateurs en triangle horizontal, le sommet du côté opposé à la traversée.

Le câble de ligne est fixé sur chaque support à deux de ces isolateurs en série. Un deuxième câble, dit câble porteur, de mêmes section et métal que le câble de ligne, le double dans la traversée. Ce câble porteur est ligaturé au câble de ligne juste avant le support de la traversée, s'attache à l'isolateur de ligne placé du côté opposé à la traversée, s'attache ensuite à un isolateur spécial à ce câble, puis rejoint le câble de ligne auquel il est jonctionné tous les mètres.

La tension de chacun des deux câbles qui constituent la traversée est moitié de la tension du câble opposé à la traversée de manière à équilibrer les efforts sur le support.

Sur toute la longueur de la traversée, les jonctions sont de simples ligatures en fil de bronze, mais aux deux extrémités avant d'arriver aux supports, les deux câbles sont réunis par un joint spécial.

Ils sont également réunis par un joint spécial en dehors du support du côté opposé à la traversée.

f) Chaque conducteur est remplacé par un système de deux conducteurs câblés, fixés chacun sur un isolateur. Les deux conducteurs sont dans un même plan horizontal ; ils sont reliés par des fils transversaux et diagonaux torsadés.

Si l'un des deux conducteurs vient à se rompre, il tombe et pend dans un plan vertical, toujours retenu cependant par les fils transversaux et diagonaux. L'aspect de ceux-ci est modifié, le service de la voie s'en aperçoit et fait le nécessaire.



Inventions. — Appareils et procédés nouveaux

MANETTE POUR INTERRUPTEURS COMBINÉS AVEC RHÉOSTAT

Ce dispositif consiste (fig. 1) en un rhéostat ordinaire monté avec deux manettes *s* et *s'*. L'une d'elles commande les plots du rhéostat; l'autre *s'* montée avec un contact en charbon, a pour but de rompre le courant un peu avant le passage sur le dernier plot. On évite ainsi la détérioration des plots du rhéostat. (Br. Fr. 520.639. — Driessen.)

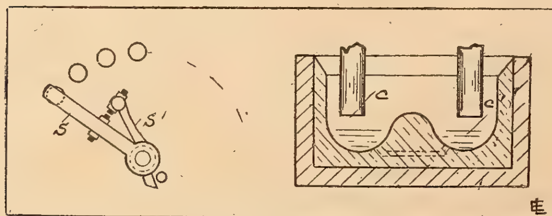


Fig. 1. Fig. 2.

PERFECTIONNEMENTS AUX FOURS ÉLECTRIQUES

Les deux électrodes du four sont séparées par une cloison de matière appropriée (fig. 2). De cette façon, chaque électrode travaille dans un creuset spécial, on obtient ainsi un fonctionnement thermique continu et constant et cette disposition permet en outre le traitement de petites quantités de matières.

Les deux creusets *c* et *c'* peuvent communiquer entre eux par des canaux inférieurs, et il existe un trou de coulée unique. (Br. Fr. 521.099. — Keller.)

SYSTÈME DOUBLANT STATIQUEMENT LA FRÉQUECNE

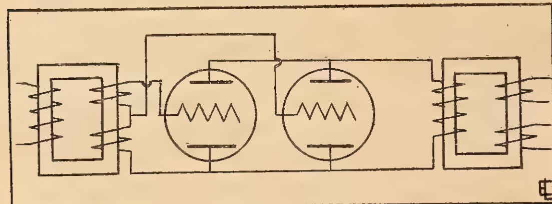


Fig. 3.

Ce système est destiné à doubler la fréquence d'un courant monophasé. Il comprend en principe (fig. 3) deux valves thermo-électroniques à trois électrodes, montées comme le montre la figure, par l'intermédiaire de transformateurs. Le groupement des éléments des lampes est effectué en parallèle, mais les valves sont alimentées par deux tensions décalées de demi-période. (Br. Fr. 522.184. — Tribard.) P. M.

APPAREIL POUR UTILISATION DES SONNERIES SUR COURANT CONTINU OU ALTERNATIF

Les mêmes organes sont employés aussi bien pour le courant continu qu'alternatif (fig. 4).

Dans le premier cas, le réducteur de potentiel est formé par les deux enroulements en série *p* et *s*; un curseur permet de varier la tension.

Dans le second cas, les deux enroulements agissent par induction et les spires du secondaire *s* sont variables. (Br. Fr. 525.472. — Hannequin.)

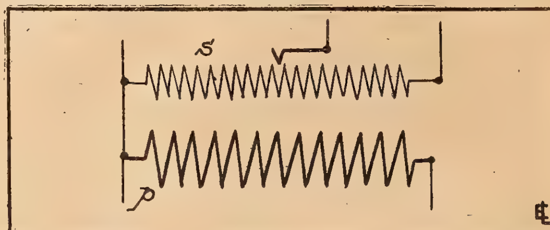


Fig. 4.

COMMUTATEUR AUTOMATIQUE A DEUX ELECTROS CONJUGUÉS

Les électro-aimants *e* et *e'* actionnent (fig. 5)des armatures *l* et l'en chicane, de telle façon que l'une cale l'autre en position fixe, et ne lui permet de revenir à sa position initiale que s'il y a attraction. Les mouvements des deux armatures commandent une roue à quatre dents *r*, et un commutateur *t* (avertisseur, télérupteur, etc...) (Br. Fr. 525.591. — Bilton.)

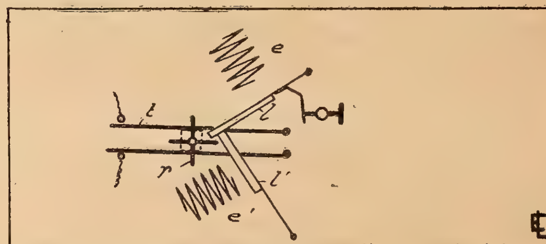


Fig. 5.

DISPOSITIF POUR CHARGER DES ACCUMULATEURS AVEC UN COURANT ALTERNATIF

Le procédé consiste à utiliser un petit moteur synchrone qui est ici (fig. 6) une simple magnéto *i* entraînant deux bornes *l l'* convenablement calées et jouant le rôle de redresseur. Les balais *b* et *b'* sont montés de telle façon

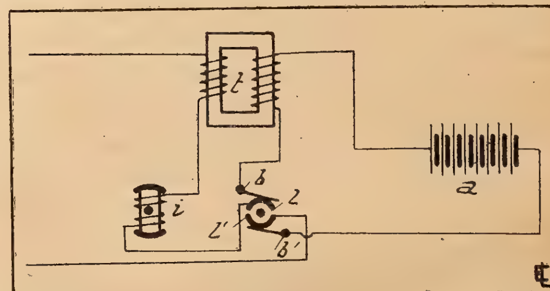


Fig. 6.

qu'il y ait court-circuit au moment de l'inversion, dans ces conditions, il n'y a pas de rupture de courant, donc pas d'étincelles. Une lampe ou une self *t* limitent l'intensité du courant alternatif et l'action du courant continu en cas d'arrêt du moteur. — (Br. Fr. 526.173. — Barthelemy.)

P. M.

PRATIQUE INDUSTRIELLE

—

Dispositif avertisseur de déclenchement.

Ce dispositif trouve son emploi dans les centrales de peu d'importance, où le personnel chargé de la conduite est très restreint, souvent réduit à un seul homme.

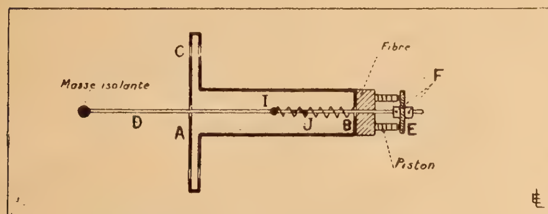


Fig. 1.

En cas de déclenchement de disjoncteur ce contact met en circuit une sonnerie actionnée par quelques éléments de fils. Ce contact est composé d'un feuillard, de quelques millimètres d'épaisseur 20 à 25 millimètres de large coudé quatre fois à angle droit (fig. 1) et percé en C et C′ d'un trou,

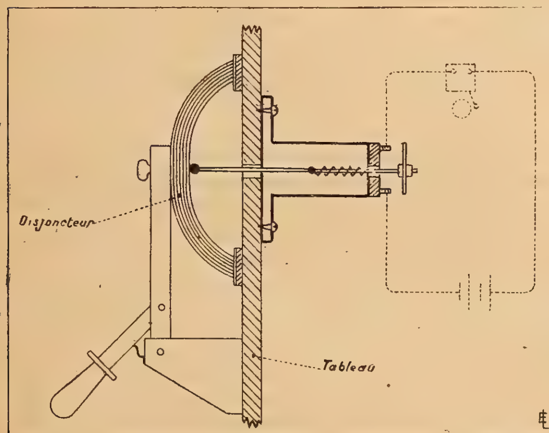


Fig. 2.

d'une tige métallique D coulissant dans des trous pratiqués en A et B et portant une rondelle en cuivre E serrée entre deux écrous F, un ressort de rappel J sera fixé par une goupille I entre les 2 branches du feuillard. En B est vissée une masse de fibre, qui portera 2 flots élastiques (pistons de douilles) de l'autre bout de la tige, on mettra une petite masse isolante, en A un feuillard à plat servira de guide à la tige.

La pose sur le tableau est simple, un trou en face d'un contact mobile (fig. 2) des disjoncteurs, et deux autres pour visser l'appareil par les trous C′ et C, un coup d'œil sur la fig. 2 indique le fonctionnement; quand il y a rupture, le contact mobile du disjoncteur s'écarte de sa position et revient en arrière, le ressort J amènera la rondelle E sur les pistons, on mettra la sonnerie en circuit (schéma en pointillé). Cette dernière sonnera jusqu'à réenclenchement.

Paul Cornice.



Localisation d'un défaut sur un câble souterrain.

L'Electrical Review cite un cas intéressant de localisation de défaut sur deux câbles à un conducteur ayant chacun une longueur d'environ 91 m. 50, isolés à une seule couche de coton vernis, noyés dans du goudron, placés dans le sol et recouverts de tuiles rouges.

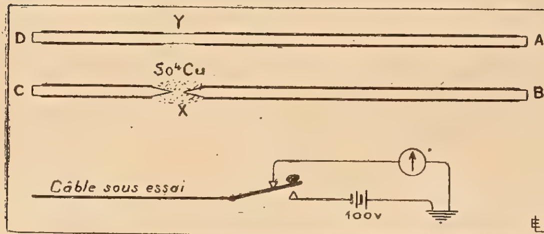
En service, à 8 heures du soir, une discontinuité se produisit sur l'un des câbles et dès le lendemain, on s'occupa activement de localiser le défaut.

Le premier essai effectuer à l'aide du Megger indiqua une pleine continuité sur les deux câbles; la résistance d'isolement entre chaque câble et T était de 60.000 ohms; la résistance d'isolement entre les deux câbles avait la même valeur. On alimenta alors une des extrémités du câble sous une différence de potentiel de 100 volts et l'on plaça à l'autre extrémité une lampe à filament de carbone qui éclaira très peu; remplaçant alors la lampe à filament de carbone par une lampe à filament métallique, on obtint une lumière beaucoup plus brillante. Mettant alors pendant qu'elle éclairait les deux extrémités de la lampe en court-circuit, le fusible de protection de 5 ampères ne fondit pas, ce qui indiquait que le défaut avait une assez grande résistance.

La différence de température entre le jour précédent à l'heure où s'était manifesté le défaut et l'après midi au lendemain où on avait procédé aux essais, avait été suffisante pour dilater le toron de cuivre du câble et en assurer la continuité.

Les essais mentionnés ci-dessus n'ayant donné aucun résultat ayant permis de localiser l'endroit où se trouvait le défaut, on eut recours à l'essai de capacité inductive. A proximité se trouvait une batterie d'accumulateurs de 100 volts qui permettait d'obtenir toutes les tensions désirées depuis 2 volts jusqu'à 100 volts. Dans l'esprit de l'opérateur, le défaut devait s'être produit comme indiqué sur la fig. 1; un câble étant coupé et dénudé en X

et l'autre étant dénudé en Y donnait la lecture d'essai constante, soit 60.000 ohms comme mentionné ci-dessus. Il pensa donc qu'il obtiendrait les meilleurs résultats en employant tout le voltage de la batterie, un galvanomètre d'Arsonval et une



clé bien isolée. Peu importait du reste d'obtenir les résultats en microfarads, les valeurs des décharges obtenues étant seules intéressantes. Des mesures furent prises en A, en D, en C, puis de A avec D et C couplés et de C avec A et B couplés.

Les calculs effectués d'après les résultats ainsi obtenus situaient le défaut à 6 m. 10 de C. Creusant à cette distance de C et ôtant le goudron qui entourait le câble, le défaut se présentait exactement comme l'indique la figure. Le goudron était écaillé et semblait n'avoir pas été chauffé convenablement; l'eau avait réussi à s'y infiltrer et une petite poche de sulfate de cuivre (SO Cu) enfermait le défaut en X. A 6 heures, le même soir, l'installation fut remise en service et fonctionna normalement.

Il eut été possible d'obtenir un résultat plus rapide en mettant le câble sain à la terre, mais les résultats des premiers essais avaient sans doute un peu déconcerté l'opérateur. M. M.

NOTIONS PRATIQUES

Les appareils de mesure : leur montage et leur contrôle.

A la demande d'uu grand nombre de lecteurs, nous reprenons la publications de nos séries de Notions et exercices pratiques. *Le professeur et auteur bien connu, M. Roberjot, a bien voulu nous accorder sa collaboration pour ces exercices qui intéresseront tous les praticiens.*

Le contrôle de toute installation (simple moteur, poste de transformation, station génératrice) est fait au moyen d'appareils de mesure : voltmètres, ampèremètres, wattmètres, phasemètres, compteurs, etc...

Les appareils construits pour cet usage, désignés sous le nom « d'appareils de tableaux » doivent être robustes et capables de supporter de brusques et importantes variations de courant. Ils sont susceptibles de dérangement, sous l'effet de ces à-coups et sous l'influence de courants exagérés qui peuvent accidentellement circuler dans leur voisinage. Ils doivent donc être vérifiés de temps en temps et pour cela comparés à des appareils de précision.

Ces derniers, eux-mêmes, sont gradués et contrôlés par des méthodes rigoureuses, dans des laboratoires, au moyen d'étalons de résistance, de force électromotrice, de capacité...

Nous examinerons donc, dans cette série d'articles, le fonctionnement, le montage sur les tableaux, la vérification, le réglage des différents appareils de mesure.

Nous étudierons, en outre, les procédés de mesure des résistances, et les applications de ces procédés à la recherche des défauts d'une ligne : rupture, court-circuit, mise à la terre, etc.

1. — MESURE DES TENSIONS. — VOLTMÈTRES

Un voltmètre est constitué par un circuit de *très grande résistance* (d'autant plus grande que le voltage qu'il doit mesurer est plus élevé), entre les extrémités duquel on applique la tension à évaluer. Un courant de *très faible intensité proportionnelle à la tension* parcourt alors ce circuit : sous son influence une aiguille se déplace devant un cadran divisé et prend une position d'équilibre en regard de laquelle se lit la grandeur de la tension.

Il en existe quatre types :

Les voltmètres 1° électromagnétiques, 2° à cadre mobile, 3° thermiques, 4° électro-statiques ou électromètres.

A. — Voltmètres électromagnétiques. — Ils sont essentiellement constitués par un noyau de fer doux qui peut se déplacer à l'intérieur d'un solénoïde dont les spires sont parcourues par un courant sous l'influence de la tension à mesurer; en série avec le solénoïde est une résistance élevée, en *constantan*, pratiquement indépendante de la température.

Ces voltmètres sont dits « apériodiques » lorsqu'ils sont munis d'amortisseurs consistant généralement en un tube métallique fermé à une extré-

mité, dans lequel peut se déplacer un disque de diamètre légèrement inférieur à celui du tube et solidaire du noyau de fer doux. Lorsque, sous l'influence du courant dans le solénoïde, le noyau pénètre plus ou moins à l'intérieur, une aiguille commandée au moyen d'un levier par ce noyau, se déplace devant un cadran divisé et gradué en volts ; en même temps le disque de l'amortisseur s'enfonce dans le tube en chassant l'air qui s'échappe lentement à travers l'espace compris entre les parois du tube et les bords du disque, empêchant ainsi les oscillations, de sorte que l'aiguille prend de suite sa position d'équilibre (fig. 1).

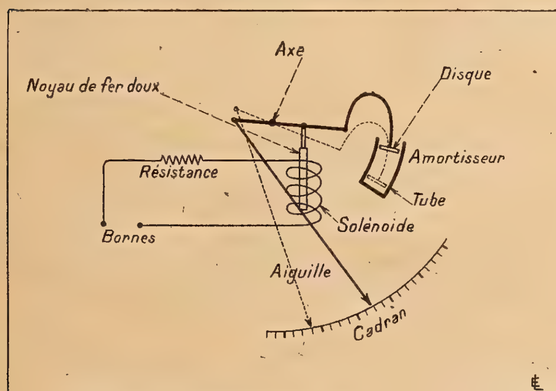


Fig. 1.

L'attraction qu'exerce le solénoïde sur le noyau est équilibrée par un ressort antagoniste ou par un contre-poids. A mesure que le noyau pénètre dans le solénoïde le ressort se tend ou le contre-poids se déplace et l'équilibre est établi lorsque le couple électromagnétique développé par l'action du courant dans le solénoïde sur le noyau est égal au couple antagoniste produit par le ressort ou le contre-poids.

Les divisions du cadran ne sont pas équidistantes car les déplacements du noyau ne sont pas proportionnels au courant qui parcourt le solénoïde.

Quelque soit le sens du courant le noyau est toujours attiré vers l'intérieur du solénoïde. Le sens de la déviation de l'aiguille est donc indépendant de celui du courant, de sorte que ce type de voltmètre peut être employé pour les tensions alternatives ; mais dans ce cas, la graduation n'est pas exactement la même que pour les tensions continues.

Cet appareil est utilisé lorsqu'on ne recherche pas une grande précision ; il est robuste et bon marché.

B. — Voltmètres à cadre mobile. — Ils sont basés sur l'action qu'exerce un champ magnétique sur un solénoïde parcouru par un courant et sont construits de la façon suivante (fig. 2). Entre les épanouissements polaires NS, d'un aimant permanent, peut tourner, sur deux pointes, un solénoïde en forme de cadre plan. Un conducteur flexible relie les deux extrémités du fil qui constitue le cadre aux deux bornes A et B par l'intermédiaire d'une résistance élevée, en série. Lorsqu'on applique entre A et B la tension à mesurer un courant passe dans le cadre dont le plan est, au repos, dans la direction du champ créé par l'aimant ; sous l'influence de ce courant, le cadre tend à se placer perpendiculairement à la direction du champ entraînant l'aiguille du voltmètre devant un cadran divisé. Le couple qui agit sur le cadre est équilibré par un couple antagoniste développé par un ressort en spirale *r* et l'aiguille s'arrête devant une division du cadran indiquant la tension appliquée entre A et B. Les oscillations sont amorties par le déplacement, dans le champ NS, d'un cylindre ou d'un anneau de cuivre dans lequel s'induisent des courants de Foucault qui tendent à s'opposer à la cause qui les produit, c'est-à-dire au mouvement de cette masse de cuivre, de sorte que l'aiguille prend immédiatement sa position d'équilibre ; une pièce de fer doux, fixe, concentre les lignes de force ou l'aimant dans la région du cadre mobile de façon à augmenter la sensibilité de l'appareil.

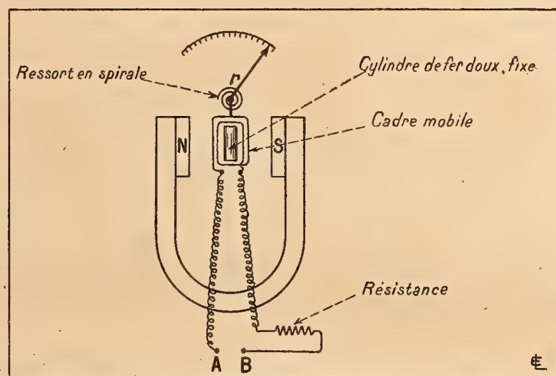


Fig. 2.

Le voltmètre construit par MM. Chauvin et Arnoux appartient à ce type d'appareils.

Le cadre mobile est constitué par des spires enroulées en cercle de façon à former un anneau serré entre deux bagues de cuivre qui réalisent un système amortisseur. Le champ magnétique créé par l'aimant circulaire NS est renforcé dans la région du cadre mobile par une sphère de fer doux (fig. 3).

Le sens de la déviation de l'aiguille change avec le sens du courant de sorte que lorsqu'on applique entre les bornes de ces voltmètres une tension alter

native l'aiguille ne dévie pas et reste au zéro. En effet la partie mobile de l'appareil, à cause de son inertie, ne se déplace pas instantanément dès qu'est appliquée la tension et le courant qui traverse le cadre change de sens avant que l'aiguille ait subi un déplacement.

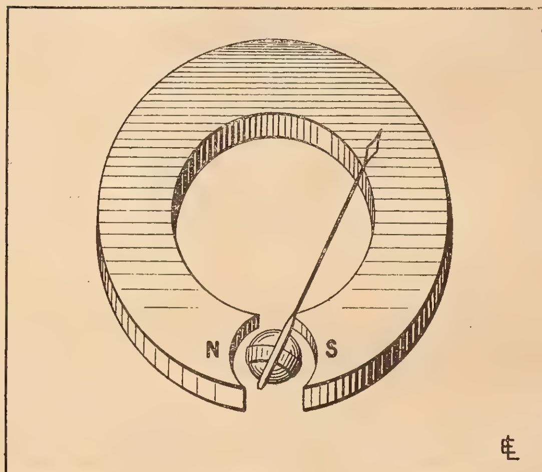


Fig. 3.

Ces voltmètres sont précis; construits avec soins et employés avec précaution ils peuvent être utilisés comme appareils de contrôle (toutefois, il est bon de les étalonner quelquefois par les méthodes qui seront indiquées plus loin). Ils sont souvent à plusieurs sensibilités pour pouvoir mesurer avec un même appareil et avec une approximation convenable des voltages d'ordres de grandeur très différents (fig. 4 et 5). Ces voltmètres ont une borne + et plusieurs bornes —; en regard de chacune de ces dernières est inscrit un nombre : 3, 75, 150, 300. Entre la borne + et l'une des

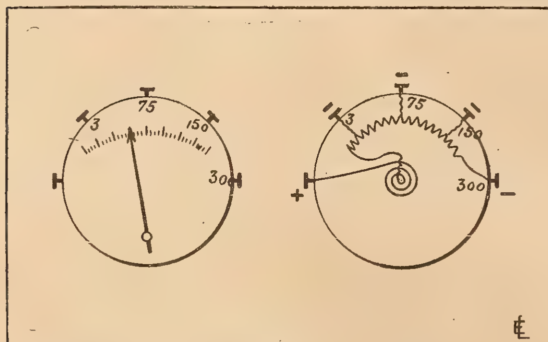


Fig. 4. Fig. 5.

bornes — se trouvent, en série, le cadre mobile et une résistance fixe d'autant plus élevée que le nombre inscrit en regard de cette borne — est plus grand. Ces résistances sont telles que si on applique entre la borne + et une borne — une tension égale au nombre inscrit en regard de cette dernière, on obtient une déviation égale à la totalité de la graduation de l'échelle. Supposons par exemple, que l'échelle porte 150 divisions; si on emploie la borne — marquée 75, l'aiguille se place devant la division 150 lorsqu'on applique 75 volts de sorte qu'une division de l'échelle correspond dans ces conditions à $\frac{75}{150} = \frac{1}{2}$ volt. Si donc l'aiguille s'arrête en regard de la division 80 la tension mesurée est 40 volts. Avec la borne marquée 3, 3 volts donnent les 150 divisions de l'échelle et une division représente $\frac{3}{150}$ ou $\frac{1}{50}$ de volt. Avec la borne 150 chaque division correspond à 1 volt et avec la borne 300 chaque division correspond à 2 volts.

P. Roberjot.

(A suivre.)

BIBLIOGRAPHIE

Electricité industrielle : problèmes élémentaires avec schémas, *à l'usage des écoles et cours d'enseignement technique*, par F. Harang, professeur d'électricité et de technologie industrielle à l'Ecole municipale Dorian et à l'école Edgar-Quinet (Paris). (Prix : 11 francs).

Les traités élémentaires d'électricité industrielle sont actuellement relativement nombreux, mais tous ceux qui ont enseigné l'électricité industrielle ont pu se rendre compte de la nécessité des applications numériques illustrées de schémas. C'est pour répondre à cette nécessité que cet ouvrage a été écrit.

Les nombreux auditeurs des cours techniques et professionnels, et tous ceux qui étudient l'électricité sans professeur, le liront et le travailleront avec profit.

L'ouvrage donne au commencement de chaque chapitre, un résumé des principaux faits théoriques, des lois fondamentales et des formules qui les traduisent. La plupart des problèmes traités sont accompagnés du schéma de montage des générateurs, récepteurs et appareils de mesure utilisés. L'emploi de la représentation schématique facilite grandement l'étude des faits théoriques de l'électricité industrielle et la résolution des problèmes d'application.

Le but de ce recueil est d'enseigner l'électricité au moyen de ses applications et, par suite, d'expliquer, avec le minimum de temps et de peine, tous les résultats qu'on peut en tirer.

Pour comprendre l'Algèbre, par l'abbé Moreux (Prix : 8 francs).

On a souvent agité la question de savoir si l'algèbre devait être élevée au rang d'une véritable science, l'auteur de *Pour comprendre l'Algèbre* se défend de vouloir se préoccuper de ces querelles, pour lui, l'algèbre est un outil extrêmement intéressant, mais qu'il faut savoir manier. Une fois ce résultat acquis, vous pouvez aborder l'étude de toutes les sciences physiques.

Que de fois, en effet, il a dû vous arriver de jeter un coup d'œil sur les livres de Mécanique et de Physique, afin d'y trouver la solution de quelque problème d'ordre pratique et d'avoir été singulièrement désappointé en vous apercevant que les auteurs de ces Traités parlaient un langage inconnu pour vous. Toutes ces formules cabalistiques, ces équations, etc., c'était de l'algèbre, et, dès ce moment, vous avez pris la résolution de connaître cette langue indispensable pour pousser un peu loin l'étude des sciences.

Malheureusement, les livres d'algèbre mis entre les mains de nos élèves, au cours de leurs études classiques, sont incompréhensibles sans professeur. C'est pour combler cette lacune que *Pour comprendre l'Algèbre* a été écrit.

L'abbé Moreux vient d'appliquer à la rédaction de ce livre les qualités de clarté qui ont fait le succès de ses ouvrages; le nouveau volume de la *Bibliothèque d'éducation scientifique* prend l'élève par la main et le guide d'une façon qui ne manque pas de pittoresque parmi les arcanes mystérieuses de l'algèbre; anecdotes, détails historiques, problèmes amusants, rien ne manque à la promenade. Des considérations extrêmement simples vous font même comprendre le mécanisme des logarithmes et la manière de se servir de ces nombres si utiles dans la pratique des calculs.

TRIBUNE DES ABONNÉS

*Notre Tribune est une rubrique de renseignements mutuels ouverte à tous nos abonnés. La Rédaction de l'*Electricien *n'est pas responsable des réponses fournies. Nous prions nos lecteurs de limiter leurs demandes au domaine de la pratique industrielle.*

DEMANDES

N° 441.— Je possède un moteur continu, shunt, 500 volts d'une puissance de 180 HP, le démarrage prend environ 80 à 90 ampères et s'effectue au moyen d'un rhéostat liquide se composant d'un bac métallique contenant le liquide dans lequel on fait descendre progressivement une lame métallique (type de rhéostat assez courant).

Au démarrage lorsque la lame entre en contact avec le liquide, il se produit des pétarades assez fortes accompagnées de projection de liquide. Est-il possible d'éviter cet inconvénient et par quel moyen le liquide employé est un mélange d'eau et de potasse. Y a-t-il un pourcentage à observer et de combien est-il ?

N° 442. — Peut-on se servir, comme terre de parafoudre ou de paratonnerre de la masse métallique d'une chaudière à vapeur, qui par la tuyauterie se trouve reliée aux citernes d'alimentation et aux machines à vapeur. Y a-t-il danger de le faire et pourquoi; quel est le maximum de résistance que peuvent atteindre ces terres pour être bonnes ?

N° 443. — Qu'est-ce qu'un autotransformateur de démarrage dans un moteur triphasé et que se passe-t-il au démarrage ?

N° 444. — Peut-on faire une portée de 100 mètres avec câbles de 120 millimètres carrés et que doit être la flèche normale et le tirage sur les supports ?

N° 445. — M. Lebaupin indique dans le n° 1243 de *l'Electricien* de l'année 1919 qu'il a employé avec succès le courant continu à 75.000 volts pour l'essai de câbles armés. Comment peut-on obtenir pratiquement cette tension en continu ?

N° 446. — Un lecteur connaîtrait-il un dispositif assurant le déclenchement du disjoncteur commandant des transformateurs au cas de contact entre la haute et la basse tension.

N° 447. — Comment calcule-t-on une bobine de self à noyau réglable ?

N° 448. — Un ingénieur électricien voudrait-il traiter dans la revue le problème suivant de distribution par la méthode graphique et analytique. C'est une question qui intéresserait, je crois, bon nombre de lecteurs.

On désire transporter 2.000 kilovolts ampères à une distance de 10 kilomètres sous forme de courant triphasé, 50 périodes de façon à obtenir 10.000 volts à l'arrivée. On emploie au départ 2 alternateurs d'un rendement moyen de 0,92 pour cos = 0,8. Quelle sera la puissance disponible à l'arrivée si l'on s'impose 8 % de pertes joule ?

Quelle sera la chute ohmique ? la chute selfique si les conducteurs sont disposés en triangle équilatéral et si la distance entre fils est de 50 centimètres ? La chute totale? Quelle sera la tension au départ qui sera à adopter ainsi que les cosinus au départ ?

Quel sera le cosinus à l'arrivée ?

Si l'on place à l'arrivée un transformateur abaissé pour la force, y a -t-il lieu de tenir compte de la chute ohmique et de la chute selfique du transformateur pour le calcul de la tension au départ ? Dans l'affirmative quelle est la marche du calcul ?

Comment résoudre cette même question s'il s'agissait d'un câble armé souterrain. Y aurait-il lieu de tenir compte de la capacité du câble pour déterminer les inconnues ci-dessus ?

N° 449. — Je serais reconnaissant à qui pourrait me procurer des croquis cotés et plans pour la construction d'une locomotive électrique (modèle de démonstration).

N° 450. — Serais heureux de connaître les formalités à remplir pour rendre légale une ligue des consommateurs d'électricité, pour défendre les intérêts des abonnés contre les prétentions quelquefois exagérées des Compagnies de distribution.

N° 451. — Ayant une dynamo shunt de 60 ampères accouplée avec un moteur série Diesel à 240 tours 13 chevaux par courroie. Je n'ai pas pu arriver à obtenir une lumière fixe malgré le montage d'une batterie tampon de 25 ampères. Existerait-il un autre procédé pour arriver à un meilleur résultat ?

N° 452. — Je désirerais voir traiter la question suivante :

Commande électrique de calandres à papier nécessitant un moteur à vitesse variable par l'emploi d'un survolteur dévolteur. Un schéma de connexions serait nécessaire pour indiquer l'appareillage demandé par cette installation.

N° 453. — Peut-on me donner des renseignements concernant le produit nommé « Aczol » servant à l'injection des poteaux en bois ? Je désirerais connaître sa valeur comme antiseptique.

N° 454. — Je dirige un réseau à courant triphasé 220 volts à quatre fils. Afin de me permettre de juger la valeur de l'isolement des installations intérieures, j'ai l'intention de placer, dans chaque cabine de transformation un interrupteur me permettant de mettre le neutre à la terre, et, de temps en temps, de fermer cet interrupteur dans l'une ou l'autre des cabines. N'y a-t-il aucun inconvénient de mettre ainsi inopinément le neutre à la terre pendant une soirée et de l'en isoler le lendemain ?

N° 455. — Quelles sont les formules donnant la force portante en kilogs, des électro-aimants à courants alternatifs mono et triphasés et pouvant servir de point de départ pour l'établissement d'un projet ?

Demandes d'adresses de constructeurs.

N° 456. — Je serais désireux de savoir s'il existe un

système fixe employant le vent comme force motrice pour actionner une dynamo.

Si oui, pourrais-je en avoir la description et la maison qui l'exploite.

N° 457. — Quelqu'un pourrait-il m'indiquer une maison pouvant me livrer du fil « chrome nickel » par petites quantités ?

Quel autre fil serait susceptible de remplacer le chrome nikel dans les applications du chauffage électrique ?

N° 458. — Veuillez me donner les maisons susceptibles de fournir un petit four électrique à arc permettant les plus simples expériences de démonstration sur les opérations métallurgiques.

N° 459. Quelles maisons peuvent fabriquer petites bobines genre sonnerie et téléphone avec fil fin émaillé.

N° 460. — Demande de catalogues pour matériel B T, téléphones et sonneries, lampes et moteur, etc. Adresser à H. Roch, électricien à Sauville (Ardennes).

N° 461. — Quelle maison pourrait fournir sonnerie dite de sûreté pour bijouterie, coffre-fort, etc.

RÉPONSES

N° 410 R. — La Manufacture du transformateur Ferrix (G. Trainar et R. Branche, dépositaires, 16, place Bellecour, Lyon), possède, parmi ses transformateurs de série, un témoin d'intensité breveté répondant parfaitement à l'usage que veut en faire votre correspondant. Il nous suffirait de connaître l'intensité des lampes éclairant les sous-sols. Le témoin d'intensité *lumineux* se monte en série sur la ligne principale alimentant les lampes à contrôler.

N° 419 R. — Dans le même ordre d'idées, j'ai observé sur les bagues collectrices des inducteurs d'un turbo-alternateur à grande vitesse, un phénomène du même genre; le bronze de la bague négative s'usait beaucoup plus vite que celui de la positive. Je me suis expliqué ce fait de la façon suivante : les étincelles importantes ou non existent toujours, or elles éclatent du pôle positif pour se rendre vers le négatif, elles entraînent avec elles des particules de bronze de la bague négative vers le charbon et des particules de charbon du balai vers la bague positive. Peut-être cette explication, donnée sans aucune garantie, peut-elle s'appliquer au phénomène que vous avez constaté ?

E. François.

N° 420 R. — *Obturation d'une fissure dans une cuve en onte.* — Si la fissure est assez étroite pour qu'on y puisse enfoncer une épingle, on peut l'obturer en y faisant passer une dissolution de sulfate de cuivre. Un dépôt de cuivre se forme dans la fissure et finit par la boucher. La même dissolution peut y passer plusieurs fois. Bien entendu, il faut protéger par une couche de vernis (à la gomme laque) les parties indemnes de la cuve.

Si la fente est plus large, on peut se servir de mastic de fonte.

Limaille de fonte......	90	parties en volume.
Soufre................	6	»
Chlorure d'ammonium..	4	»
Eau..................	Q. S.	»

La soudure électrique à l'arc donnerait probablement des mécomptes au refroidissement (à moins que l'on ne chauffe préalablement toute la cuve au rouge, ce qui n est pas toujours pratique). L. B.

N° 425 R. — *Soufflerie d'orgue.* — Constituée généralement par un ventilateur centrifuge actionné par un moteur et refoulant dans le réservoir de vent de l'orgue.

La puissance du moteur est généralement inférieure à 1/4 de cheval; on le met en marche par la simple manœuvre de l'interrupteur; le ventilnteur donne automatiquement le débit voulu.

Si l'orgue est déjà pourvu d'une soufflerie à bras, on peut relever la pression dans le réservoir de vent à l'aide d'un manomètre à eau, calculer le débit d'air maximum d'après le volume engendré par les soufflets et commander un ventilateur électrique d'après ces données. Le plus difficile, dans ces installations, est d'obtenir un *fonctionnement silencieux.*

Actionner la soufflerie à bras par un moteur électrique à l'aide d'une transmission mécanique, nécessiterait une installation plus chère, plus bruyante et plus encombrante L. B.

N° 426 R. — L'emploi de la terre comme conducteur d'énergie est interdit par les règlements en vigueur. Dans la combinaison proposée, la perte de charge dans le câble négatif serait évidemment escamotée mais remplacée par celle qui provient de la résistance des prises de terre laquelle est rarement plus petite que 1 ohm. L.B.

N° 427 R. — En consentant à une chute de tension en ligne égale à 15 volts, soit 800 watts (RI^2), l'intensité étant (avec 110 volts) :

$$\frac{8 \times 736}{110} = 53{,}5 \text{ ampères,}$$

la résistance à donner à la ligne serait :

$$\frac{15}{53{,}5} = 0 \text{ ohm, } 28$$

et sa section

$$\frac{0{,}018 \times 3.000}{0{,}28} = 193^{mm^2}$$

(Le poids de 3.000 mètres de ce câble serait de 5.490 kg.)

Pour mettre votre projet à exécution, il vous faudrait utiliser une tension plus élevée : 600 volts par exemple; la section pourrait être alors de 18^{mm^2} (490 kg. de cuivre), mais il faudrait encore consentir à une chute de tension en ligne égale à 30 volts.

C. C.

N° 428 R. — Il existe un dispositif simple et de bon fonctionnement remplaçant avantageusement le moteur. Je me tiens à votre disposition pour renseignements complets et prix. Ducastel-Blandin, 61, rue Nationale, Lille.

N° 429 R. — Est-ce que ces deux moteurs sont à mise en court-circuit ?

S'ils sont bobinés en court-circuit, il est impossible de faire marcher l'un d'eux en génératrice et aucun moyen d'y parvenir.

N° 438 R. — Vous trouverez ces fournitures chez M. Labinale, 164, avenue des Batignolles. (Saint-Ouen).

N° 434 R. — Vous trouverez ces fils, maisons : S. I. T rue du 4-septembre, Paris. — Geoffroy et Delore, 28, rue des Chasses, Clichy, (Seine).

N° 439 R. — Société Lacarrière reprend ses lampes, verre non cassé en échange de lampes neuves.

Conditions. — Etre client de la maison, écrire Société Lacarrière lampe Z, 48, rue de la Victoire, Paris.

N° 445 R. — Voyez page 7 un moyen de produire du courant continu H T en redressant du courant alternatif HT.

N° 450 R. — Une Association de consommateurs, pour la défense de leurs intérêts, peut être constituée sous les formes indiquées par la loi de 1901 pour les associations.

Errata : n° 293 R, du 15 octobre 1921 :

Lire : on a en définitive $x = \frac{a + c - b}{2}$.

Le Gérant : L. De Soye

38e Année. — No 1292 15 Janvier 1922

L'ÉLECTRICIEN

Rédacteur en chef : Maurice SOUBRIER

Secrétaire général : L.-D. Fourcault

DUNOD, Éditeur. 49, quai des Grands-Augustins, PARIS, VIe. — *Tél.* : GOB. 19-38 et 53-01

EXPLOITATION

Le Relèvement du Facteur de puissance

PAR LES CONDENSATEURS *(suite [1])*.

Nous avons précédemment dégagé la question de quelques considérations mathématiques préliminaires (2). Nous pensons aujourd'hui mieux répondre au désir du lecteur en mettant ici en lumière, à l'aide de courbes et de graphiques d'un emploi commode et rapide, l'intérêt immédiat que peut présenter pour lui le relèvement de son facteur de puissance, en montrant l'influence des condensateurs sur les divers éléments des circuits redressés, et en ajoutant quelques considérations d'ordre pratique.

Pour éclairer ce qui va suivre, nous rappelons que l'on est en présence d'un *circuit primitif* : i_0

$$i_0 = I_{0max} \sin(\omega t - \varphi_0)$$

dont il s'agit de relever le facteur de puissance $\cos \varphi_0$ par un *courant correctif* de capacité : i_c

$$i_c = I_{cmax} \cos \omega t = U_{max} C \omega \cos \omega t.$$

Le courant primitif i_0 devient alors le *courant corrigé i*

$$i = I_{max} \sin(\omega t - \varphi).$$

Le facteur de puissance initial $\cos \varphi_0$ est devenu $\cos \varphi$.

Les quantités I_0, I_c, I, φ_0, φ se composent graphiquement et se distribuent schématiquement comme l'indique la figure 1.

Toutes les pénalités et les primes des secteurs se rapportant aux lignes trigonométriques du facteur de puissance ($\sin \varphi$, $\cos \varphi$, $\operatorname{tg} \varphi$) ou à l'intensité totale I, construire les courbes de la variation de ces diverses quantités en fonction de la capacité, sera déjà mettre en lumière l'influence de celle-ci sur les bases des pénalités et en rendre aisée la discussion.

(1) Voir *l'Electricien* du 15 octobre 1921.

(2) Le lecteur aura rectifié quelques erreurs typographiques d'indice ou de signe.

Les quantités R, L, etc., ne correspondent pas, bien entendu, dans les calculs à des *réalités physiques* tangibles des éléments du courant dans un moteur, mais à leur interprétation analytique.

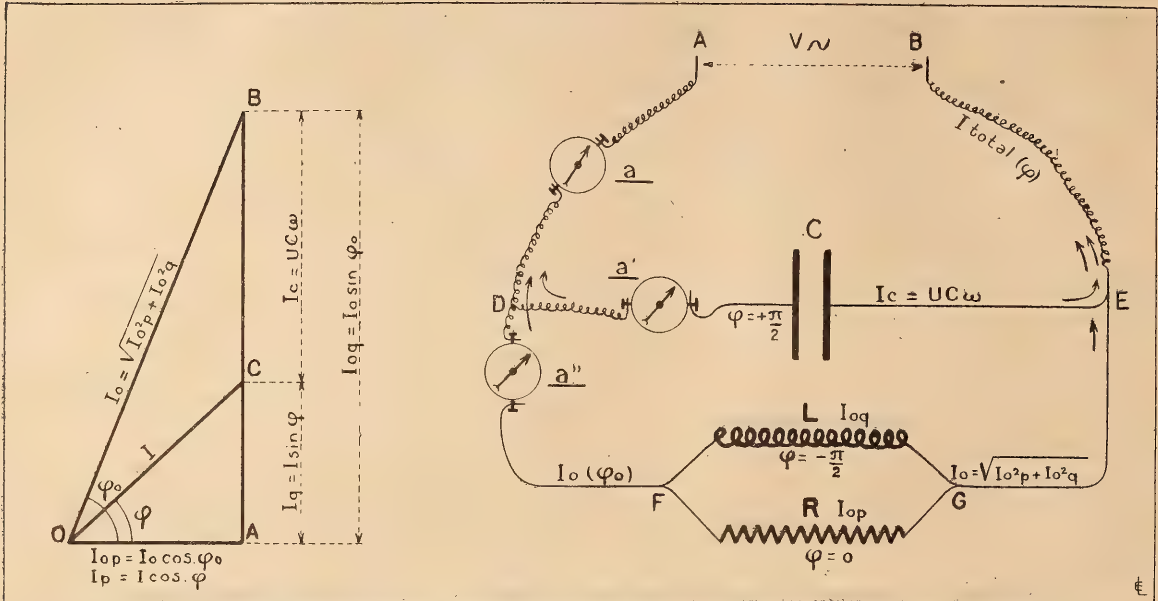


Fig. 1. — Composition graphique et schéma de distribution des intensités I_o, I_{op}, I_{oq}, I, I_p, I_q, I_c.
(L et R ne sont point des *réalités physiques* du circuit I_o, mais les éléments qui le caractérisent graphiquement).

I. — Influence des condensateurs sur les intensités I, I_q, I_p, I_c.

Le courant I (fig. 1) obtenu après l'introduction de la capacité est relié à celle-ci et au courant primitif I_o par la relation suivante déjà établie :

$$I = \frac{U}{Z} = \frac{U\sqrt{(R+O)^2 + \left(L\omega - \frac{1}{C\omega}\right)^2}}{\frac{1}{C\omega}\sqrt{R^2 + L^2\omega^2}}$$

soit,

$$I = \frac{U}{\sqrt{R^2 + L^2\omega^2}}\sqrt{(R^2 + L^2\omega^2)\,C^2\omega^2 - 2L\omega C\omega + 1}$$

ou $$I = I_o\sqrt{Z_o{}^2C^2\omega^2 - 2L\omega C\omega + 1}$$

les quantités I_o, Z_o, L (fig. 1) se rapportant au courant primitif.

Appelons γ la quantité sous le radical, on a :

$$I = I_o\sqrt{\gamma}.$$

γ nécessairement positif ne s'annule que pour des valeurs imaginaires, l'intensité I ne sera donc jamais nulle. Pour une capacité $C = o$ elle partira de la valeur initiale I_o, puis elle décroîtra avec l'introduction des condensateurs (fig. 2).

Cette chute d'intensité sera plus ou moins rapide selon la valeur du coefficient angulaire :

$$\frac{dI}{dC} = I_o\,\omega\,\frac{Z^2_o\,C\omega - L\omega}{\sqrt{\gamma}}$$

Dans la figure 2, nous avons pris l'exemple d'un courant primitif $I_o = OA = 8^A,6$ ayant un facteur de puissance $\cos\varphi_o = 0,325$ distribué par un secteur à 220^v, 42 *p* : *s*.

Au début, l'influence des condensateurs est très grande, et d'autant plus que le courant déwatté (I_{oq}) à corriger est prépondérant car pour $C = 0$

$$\frac{dI}{dC} = -U\omega\sin\varphi_o.$$

La décroissance de l'intensité I se ralentit rapidement et devient nulle pour $\frac{dI}{dC} = o$, soit pour

$$C\omega = \frac{L\omega}{Z^2_o} = \frac{\sin\varphi_o}{Z_o}.$$

A ce moment, pour une capacité $C = 140$ MF, il y a résonance d'intensité. $I = I_o\sqrt{\gamma}$ devient $I_o\cos\varphi_o = I_p$, c'est-à-dire que *le minimum atteint par l'intensité totale I représente l'intensité wattée* $I_p = I\cos\varphi = DB = 2^A,8$.

Si l'on ajoute encore de la capacité, $\frac{dI}{dC}$ devient positif, l'intensité I augmente, la courbe AB remonte selon BK.

Pour $C = 140$ MF, le facteur de puissance est devenu :

$$\cos\varphi = \frac{\cos\varphi_o}{\sqrt{\gamma}} = \frac{\cos\varphi_o\,Z_o}{R} = 1.$$

Il y a compensation intégrale du courant réactif par le courant correctif de capacité.

Fig. 2. — Influence de la capacité sur l'intensité déphasée $I_q = I \sin \varphi$, l'intensité totale $I = \sqrt{I_p^2 + I_q^2}$, l'intensité corrective $I_c = UC\omega$

L'intensité réactive, objet des pénalisations $I_{oq} = I_o \sin \varphi_o = OC = 8^A,12$ est diminuée à chaque instant de la valeur de $UC\omega$ (droite OEM), elle devient $I_q = I \sin \varphi$, décroît selon la droite CD et s'annule en D pour C = 140 MF.

A ce moment, en effet,

$UC\omega = DE = 8^A,12 = OC = I_o \sin \varphi_o$.

Pour plus de 140 MF, $I \sin \varphi$ remonte selon la droite DL : $UC\omega - I_o \sin \varphi_o$ que le calcul montre être asymptote à la courbe ABK.

En résumé, la *courbe de chute d'intensité* $I = F(C)$ détermine à tous moments les intensités totale (I), corrective (I_c), wattée (I_p), déwattée (I_q), la construction DBEC donnant leurs valeurs initiales $I_{op} = DB = AF$ et $I_{oq} = OC = OF$.

On voit dès à présent que le bénéfice apporté par les condensateurs au point de vue de la chute d'intensité n'est pas constant et qu'il arrive même à s'annuler, il est facile de prévoir que l'intérêt du client pourra s'arrêter avant la résonance.

II. — Influence sur le facteur de puissance : cos φ (fig. 3).

Le facteur de puissance initial $\cos. \varphi_0 = 0{,}325$ monte graduellement jusqu'à 1 pour C = 140 MF, puis rediminue pour un excédent de capacité.

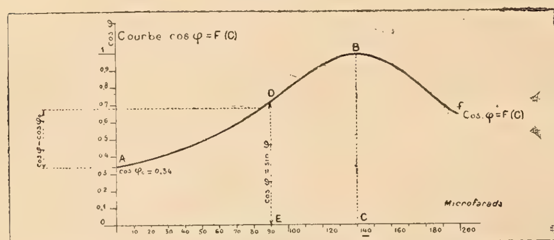


Fig. 3. — Influence de la capacité sur le *Facteur de puissance* cos. φ = F (C).

La dérivée seconde de la fonction montre un point d'inflexion en D pour $\cos. \varphi = 0{,}71 = \sin. \varphi$ atteint pour C = 90 MF (fig. 3).

Il s'en suit que c'est pour cette valeur qu'une même capacité a le maximum d'influence sur le facteur de puissance.

III. — Influence sur sin. φ et tg. φ.

La figure 4 montre sin. φ partir de la valeur initiale 0,94 pour C = *o*, décroître selon la courbe A E B, s'annuler pour C = 140 MF et remonter selon B C pour un excès de capacité.

tg φ varie évidemment proportionnellement à la capacité, selon la droite C B H passant par la valeur 1 pour 90 MF s'annulant pour 140 MF, puis remontant.

Notons que cette capacité de 140 MF pour laquelle $I = I_p$, $\cos \varphi = 1$, $\sin \varphi = o$, $tg\, \varphi = o$

pour un secteur à................ 220ᵛ, 42 p. s.

deviendra $140 \times \frac{42}{50} = 128$ MF pour

un secteur à.................... 220ᵛ, 50 p. s.

et $140 = \frac{42}{53} \times 111$ MF pour un secteur à 220ᵛ, 53 p.s.

IV. — Le Barème de la C. P. D. E.

Prenons ce secteur pour exemple.

Chaque compteur habituel enregistrant U I cos. φ sera doublé d'un compteur enregistrant UI sin. φ.

Le K. W. H. sera payé par l'abonné ne jouissant d'aucune prime (A + B) francs.

A est un *prix de base* fixé par la Compagnie.

B est une *majoration* variable fonction du salaire et du prix du charbon.

Si le charbon coûte *C* francs la tonne, et si le salaire horaire moyen est de *S* francs l'heure, les excédents de ces prix sur les chiffres de 20 francs la tonne et 1 fr. 67 l'heure, considérés comme normaux, sont affectés de coefficients *c* pour le charbon et *s* pour le salaire qui fixent ainsi le *tarif normal* du K. W. H.

$$A + B = A + (C - 20)\,c + (S - 1{,}67)\,s.$$

Pour les abonnés d'au moins *10* K. V. A., ce tarif peut être *considérablement diminué* selon *l'horaire d'utilisation* et le *facteur de puissance.*

Un abonné ayant un compteur *P* K. V. A. et une consommation annuelle de *N* K. W. H. a un coefficient horaire $H = \frac{N}{P}$ lui donnant droit à une prime de α % sur A et β % sur B.

α peut atteindre 54 % en B. T. et 60 % en H. T., β peut atteindre respectivement 31 % et 34 %.

Ces pourcentages α et β sont multipliés par des coefficients α′ (de 0 à 1,2) et β′ (de 0,5 à 1,1) déterminés par la variation du facteur de puissance entre 0,24 et 0,96.

C'est ainsi que dans le cas le plus avantageux un abonné pourrait bénéficier d'une réduction de 72 % *sur A* + 37, 4 % *sur B par le seul fait du relèvement de son cos.* φ *par des condensateurs !*

La formule d'établissement des quittances des abonnés sera donc pour *N* kilowattheures :

$$\underbrace{N(A + B)}_{\text{Tarif normal.}} - \underbrace{N\left[A\frac{\alpha\alpha'}{100} + B\frac{\beta\beta'}{100}\right]}_{\text{Prime variable.}}$$

On se rend compte combien la C. P. D. E. se préoccupe d'utiliser son réseau de distribution avec le meilleur rendement à l'heure de « la pointe ».

Aussi, dans ce secteur, le condensateur agit-il doublement à la fois sur le coefficient horaire (base des primes) par la chute d'intensité (fig. 2) et sur le facteur de puissance (fig. 3).

Dans la figure 1, on se rend compte, en effet, que si $\cos \varphi = 2 \cos \varphi_0$ grâce à l'intensité corrective I_c, l'intensité totale $I_0 = OB$ est devenue $I = OC = \frac{OB}{2}$.

Si l'abonné avait alors besoin d'un compteur de P_0 K. V. A. avec un coefficient horaire $H_0 = \frac{N}{P_0}$, il

s'ensuit que pour la même utilisation énergétique de N K. W. H., il lui suffira désormais d'un compteur de $P = \frac{P_0}{2}$ K. V. A., et que *son coefficient horaire* $H = 2\ H_0$ *sera doublé indépendamment des avantages qu'il retirera du relèvement de son facteur de puissance.*

L'effet du condensateur sur la facture de l'abonné est donc double.

Exemple. — Soit un abonné consommant environ 14'100 K. W. H. sous 220 v. 42 p. s. enregistrés par un compteur de 30 K. V. A.

Son coefficient horaire est $H_0 = \frac{14'100}{30} = 470.$

Son facteur de puissance étant $\cos \varphi_0 = 0{,}32$.

Sa prime d'utilisation est

$\alpha\alpha' = 11 \times 0{,}3 = 3{,}3$ *0/0 sur A.*

et $\beta\beta' = 6 \times 0{,}65 = 3{,}90$ *0/0 sur B.*

Supposons qu'il triple son cos φ.

Son facteur de puissance devient $0{,}32 \times 3 = 0{,}96$.

Son coefficient horaire devient

$$H = \frac{14'100}{10} = 1'410.$$

Sa prime d'utilisation sera

$\alpha\alpha' = 37 \times 1{,}2 = 44{,}4$ *0/0 sur A.*

$\beta\beta' = 24 \times 1{,}1 = 26{,}4$ *0/0 sur B.*

Bénéfice net : Plus de 40 % *sur le prix de base du K. W. H., et près de* 25 % *sur la majoration temporaire.*

Combien d'installations de guerre, fonctionnant alors à plein rendement, prévues pour l'embrayage simultané de toutes les machines outils voient aujourd'hui leurs puissants moteurs tourner le plus souvent à vide ou à charge très réduite et qui pourront, par l'emploi des condensateurs, bénéficier d'une prime considérable ?

V. D'autres barèmes.

A *l'Ouest-Lumière* : refus du courant pour cos φ < 0,5. Pénalité à base tangentielle (fig. 4) entre 0,5 et 0,74.

En majorité, les abonnés ne relèveront pas leur cos φ dès le début, surtout par inertie.

D'autre part, certains songeront que l'amortissement du capital engagé dans la batterie joue 24 heures par jour, tandis que leurs moteurs ne fonctionnent que quelques heures, et le bénéfice maximum de 17 % ne leur semblera peut-être pas suffisamment attrayant pour qu'ils montrent un grand empressement dans le relèvement de leur facteur de puissance. La « poussière d'abonnés » continuera à fournir son énergie réactive, et à *l'heure critique de la pointe*, il est à craindre que le secteur regrette de n'avoir point encouragé les redressements au delà de cos φ = 0,74.

Au Triphasé l'énergie réactive est tarifiée directement.

Le bénéfice apporté par la batterie est sensiblement kCH pour une utilisation annuelle de H heures.

La dépense est de k'C × 24 × 365 par an.

k' est fixé par le fabricant de condensateurs et k par la Compagnie.

Les secteurs qui adopteront cette manière de voir, qui présente l'attrait de la simplicité, auront néanmoins à se montrer larges dans le choix numérique du coefficient k duquel dépend la rapidité d'amortissement de la batterie.

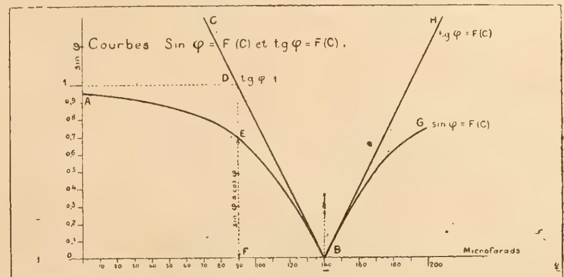


Fig. 4. — Influence de la capacité sur sin φ et tg φ.

Le barème de la C. P. D. E., en tenant compte de l'utilisation horaire dans sa formule de tarification elle-même, non seulement prend une excellente précaution, mais est rigoureusement logique.

(A suivre). CATULLE CAMBIER,
Ingénieur E.P.C.I.

La plus grande ligne souterraine d'Europe.

Le Gouvernement suédois va faire construire un vaste système de câbles souterrains entre Stockolm et Goteborg. La longueur de cette ligne souterraine sera de plus de 5.000 kilomètres. Ce sera la plus grande ligne de ce genre en Europe, la plus grande du monde étant celle qui relie Bostou à Washington (Etats-Unis).

Pour achever ce projet gigantesque, il faudra construire un total de 140 millions de mètres de fils, 25.000 bobines de self, 8 stations répétitrices et 300 répétiteurs.

Il faudra un an et demi environ pour que la ligne soit en état de fonctionner. Un millier d'ouvriers travailleront à sa construction.

On aura une idée de la grandeur de l'œuvre à accomplir en sachant qu'il faudra plus de 3 millions de kilos de plomb et plus d'un million et demi de kilos de cuivre.

M. G.

* * *

PRODUCTION DE L'ÉNERGIE

Régulateurs et régulation des stations centrales.

(Suite [1]).

VIII. — LA COMPENSATION.

L'*asservissement* qui, pour les groupes modernes, suppose des variations de vitesse entre la marche à vide et la marche à pleine charge de 10 à 12 %, est corrigé dans la plupart des régulateurs de centrales, par un artifice dénommé *compensation.* (fig. 4).

Il consiste à faire manœuvrer par friction un volant-écrou V monté sur l'arbre qui supporte le centre d'articulation, arbre coupé et dont les deux extrémités se terminent par des vis à filets opposés. Un plateau P tourne avec une vitesse constante, ou simplement proportionnelle à celle du groupe, par exemple. Il frotte sur le volant-écrou, et celui-ci tourne, en modifiant la longueur de l'arbre à filets opposés, jusqu'à ce que le centre du plateau P

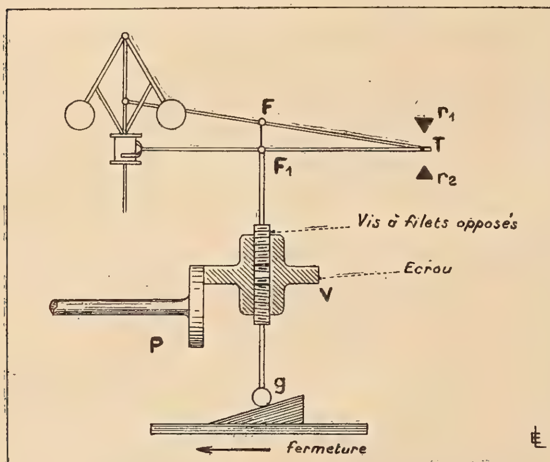


Fig. 4. — Mécanisme de compensation.

coïncide avec le plan de symétrie horizontale du volant-écrou V. On ramène donc ainsi, exactement en théorie, plus ou moins exactement en pratique, la vitesse à une vitesse de régime choisie. Grâce à certains dispositifs dans le détail desquels nous n'entrerons pas, on conserve cependant, pour assurer la stabilité du groupe, une légère décroissance de vitesse de 2 à 3 % entre la marche à vide et la marche en charge, décompensation. Cependant, dans le cas d'alternateurs couplés en parallèle, la marge est beaucoup moins grande, en vue de conserver la fréquence d'une part et d'éviter les balancements et les décrochages de l'autre.

Ainsi, *tachymètre, mécanisme d'asservissement, mécanisme de compensation,* combinés s'il est nécessaire, avec un *mécanisme de décompensation,* constituent les organes essentiels du régulateur indirect le plus répandu des stations centrales. On en rencontre de multiples exemples dans presque toutes les installations hydro-électriques.

Il est cependant d'autres manières de tourner la difficulté. Les régulateurs asservis et compensés ne sont pas malheureusement parfaits. Réglés pour fonctionner favorablement dans le cas de décharges complètes, ils ne donnent pas toujours satisfaction dans le cas de charges ou décharges partielles et inversement. Nous n'exposerons pas ici les raisons de ce fait, mais le constaterons simplement.

IX. — RÉGULATEURS SPÉCIAUX A RELAI MOBILES

Remarquons que le vice initial du régulateur indirect ordinaire, toujours légèrement doué d'insensibilité, réside dans ce fait que les vitesses critiques de débrayage (ouverture et fermeture) sont toujours comprises entre les vitesses critiques d'embrayage). Il en résulte, comme nous l'avons montré, le renforcement des oscillations, qui sans cela tendraient simplement à se maintenir sans s'amplifier, voire même en pratique à s'éteindre. Un grand nombre d'inventeurs ont cherché, poussés, soit par un sens intime bien que confus de la vérité, soit par la théorie, à enfermer les vitesses d'embrayage à l'intérieur des vitesses de débrayage, en donnant une mobilité relative convenable aux relais, c'est-à-dire en ne laissant pas ceux-ci fixes, mais en déplaçant effectivement les dits relais ou en adoptant une solution théoriquement équivalente. Par exemple, dans le cas d'une diminution du couple résistant après action d'embrayage du relai d'ouverture, il est bien évident que si ce relai d'ouverture est déplacé pour chaque variation de charge et transporté à un endroit convenable pour effectuer le débrayage indépendamment de la position de ce relai d'ouverture, à l'embrayage, on aura ainsi réalisé un blocage du moteur de vannage dans des conditions comparables à celles de l'asservissement.

(1) Voir *l'Electricien* du 1er janvier 1922.

X. — RÉGULATEURS INDIRECTS ACCÉLÉROMÉTRIQUES

On peut aussi s'adresser à un autre phénomène que la variation de vitesse, pour mettre en branle le moteur de vannage. On a construit des *régulateurs d'inertie*, ou régulateurs dans lesquels un index, agissant sur les relais, voit son mouvement lié à l'accélération angulaire du groupe. De tels régulateurs *dits accélérométriques* sont extrêmement sensibles, on le conçoit, puisque, lorsque le déséquilibre de charge se produit, ils fonctionnent sous la différence des couples, ou ce qui revient au même, à une constante près, sous l'influence de l'accélération angulaire. Mais on constate que leur fonctionnement est encore insuffisant, car le système contrôleur du moteur de vannage passe à la position théorique de repos lorsque l'accélération angulaire est nulle, c'est-à-dire lorsque la vitesse du groupe passe par son maximum. A ce moment-là, le moteur de vannage est bloqué, mais la vitesse se trouve très différente de la vitesse du régime, et l'on n'a pas à sa disposition, pour ramener le groupe aux environs de cette vitesse de régime la petite différence de couples dont nous avons signalé l'intérêt dans notre étude de l'asservissement.

XI. — RÉGULATEURS MIXTES TACHYMÉTRIQUES ET ACCÉLÉROMÉTRIQUES

On a enfin combiné dans un régulateur nouveau, actuellement construit aux ateliers N. B. P. P. (1), le principe du contrôle tachymétrique et du contrôle accélérométrique, en faisant commander le centre d'articulation F de la tige agissant sur le vannage par une tringle, dont les deux extrémités *a* et *b* sont, l'une reliée au tachymètre et l'autre à l'accéléromètre (fig. 5). Supposons qu'une diminution de charge se produise sur le réseau, les index *a* et *b* liés au tachymètre et à l'accéléromètre se déplacent tous deux vers le haut, ainsi que le centre d'articulation F. Lorsque la vitesse est passée par son maximum, l'index tachymètre continue à rester plus haut que sa position normale, mais l'index accéléromètre repasse d'abord par sa position normale pour une accélération nulle, puis il prend une position inférieure au plan de régime. Il en résulte que le centre d'articulation F, si le rapport des bras de leviers est choisi convenablement, peut acquérir à nouveau sa position moyenne pour tel écart de vitesse que l'on voudra, par rapport à la vitesse atteinte au cours de la perturbation.

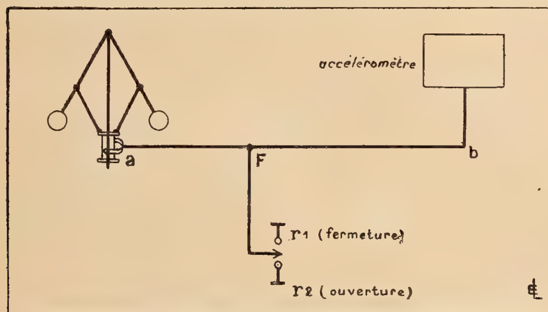


Fig. 5. — Régulateur à double indication tachymétrique et accélérométrique.

(1) Neyret-Beylier-Piccard-Pictet, à Grenoble.

C'est là une qualité de premier ordre et qui se maintient, quelle que soit l'importance de cette perturbation. On démontre aisément, nous ne le ferons pas ici, qu'une fois le rapport des bras de leviers judicieusement fixé, le blocage du moteur de vannage s'effectue, quelle que soit la grandeur de la variation de la charge ou de la décharge, sur la caractéristique mécanique même, qui passe par le point correspondant au nouveau régime, d'où, après suppression de la motricité du vannage, retour spontané du groupe à l'équilibre.

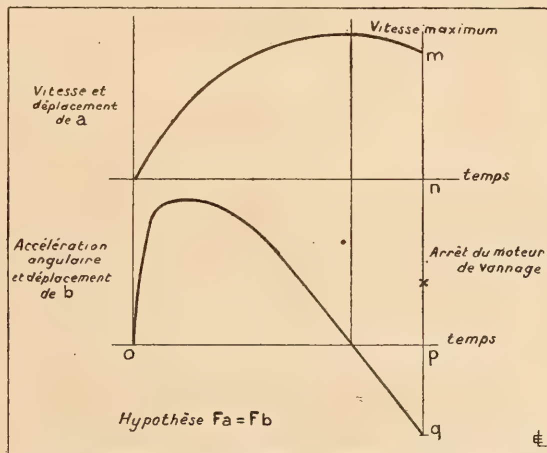


Fig. 6. — Arrêt du moteur de vannage dans le régulateur à indications mixtes.

Un tel régulateur supprime comme on le voit, la compensation des anciens types et réduit au minimum les complications de l'asservissement.

XII. — LES RÉGULATEURS ET LES COUPS DE BÉLIER

De ces difficultés, nous prendrons un seul exemple. On sait l'importance acquise ces derniers temps par la question des coups de bélier dans les conduites forcées des installations (1) hydrauliques.

(1) Voir notre article : « Quelques considérations pratiques sur les coups de bélier dans ces conduites forcées », par M. Barbillion et A. Poirson ». (*La Revue électrique* tome XXI, n° 248, 17 avril 1914).

Cette importance vient de ce fait qu'on peut prévoir et calculer l'intensité de ces phénomènes parasites et dangereux. Le siège de l'onde initiale de surpression ou dépression, réside dans la partie de la conduite avoisinant immédiatement l'organe (vanne ou distributeur) qui a causé la variation du débit. Cette onde remonte le long de la conduite, est réfléchie à son extrémité supérieure, et revient à l'autre extrémité.

La vitesse de propagation V est, d'après M. Allievi (2), donnée par la formule :

$$V = \frac{9.900}{\sqrt{48,3 + K\frac{d}{a}}} \text{ mètres par seconde.}$$

formule dans laquelle d est le diamètre du tuyau, e l'épaisseur du tyau, K, un coefficient (0,5 pour le fer et l'acier, 1 pour la fonte).

On voit que cette vitesse est d'environ 1.000 mètres : sec pour les conduites en tôle.

Cette vitesse de propagation est fonction des propriétés élastiques du métal et de la compressibilité de l'eau.

Donc, si l est la longueur de la conduite, en mètres, la période T des oscillations aura pour valeur : (fig. 7).

$$T = \frac{2\,l}{V}$$

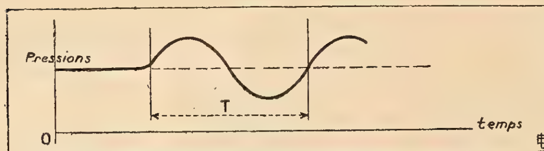


Fig. 7. — Coups de bélier dans les conduites.

Ainsi, pour une conduite de 1.800 mètres de longueur, la distance de deux maxima ou deux minima consécutifs serait d'environ $\frac{3600}{1000} = 3,6$ secondes.

On a vérifié expérimentalement la valeur calculée de ces longueurs d'onde.

L'existence de ces coups de bélier se traduit par un danger extêmement grave pour les conduites forcées et tuyauteries sous pression. Cellesci ne doivent donc pas être calculées seulement pour la pression statique normale, mais aussi dans une certaine mesure, en prévision des surpressions de ce genre pouvant toujours se produire accidentellement (1).

Il peut y avoir rupture du métal ou simplement affaiblissement de ce métal.

Remarquons aussi que l'intensité de l'onde de surpression qui remonte la conduite ne diminue pas proportionnellement à la hauteur, mais se maintient, au moins dans une certaine mesure, de sorte que la *surpression relative* est généralement plus forte vers le haut que dans la partie inférieure. Un coup de bélier, qui prend naissance dans le bas de la conduite, peut donc faire éclater celle-ci à mi-hauteur. Dans le calcul des conduites forcées, il y a donc lieu de tenir compte de cette éventualité.

Nous n'avons considéré jusqu'ici que le cas d'une perturbation unique ; elle s'amortit généralement, sans complications.

Mais si l'on suppose qu'alors que les premières oscillations n'étant pas encore amorties, une nouvelle perturbation provoque une nouvelle série d'oscillations, il peut se produire des phénomènes d'interférence donnant lieu, soit à une brusque annulation des oscillations, soit à un renforcement (résonance) des surpressions et dépressions de la première série, et c'est ce qui est le plus à craindre.

Si l'on considère le cas où une telle résonance se reproduit plusieurs fois de suite, on conçoit que les surpressions puissent atteindre des valeurs funestes pour la conduite.

Pareil fait peut se produire dans de nombreux cas particuliers, parmi lesquels les suivants :

Premier cas. — Une usine comprend plusieurs turbines en marche avec régulateurs automatiques ; l'un d'eux vient à fermer partiellement et détermine une série d'oscillaticns de pression ; un autre régulateur, indépendamment du premier, agit presque aussitôt et détermine une onde de surpression au moment précis où une surpression de la première série revient sur l'usine, de même pour un autre régulateur et ainsi de suite. Il est vrai que, dans ce cas, l'amortissement par tous les orifices d'écoulement est grand et constitue une protection. Néanmoins, des accidents très graves peuvent en découler.

Deuxième cas (plus dangereux). — Une usine comprend une seule turbine en marche, avec régulateur automatique, et le régulateur vient à agir brusquement dans un certain sens, déterminant une série d'oscillations de période déterminée. Si le régulateur ne prend pas sa nouvelle position d'équilibre en une seule fois, mais oscille un certain nombre de fois, et que la période de ces oscil-

(1) La première communication faite en France par M. Allievi, sur les coups de bélier, eut lieu le 8 mai 1921, à la Chambre de commerce de Grenoble. Elle avait été organisée par l'Institut électrotechnique et la Société pour le développement de l'enseignement technique, et avait rassemblé un nombreux auditoire d'ingénieurs électriciens et hydrauliciens. Elle donna matière à de nombreux et intéressants échanges de vues. (Voir *Bulletin de la Société*, 1904 ; *la Houille blanche*, juin et juillet 1904 ; *Bulletin de l'Association des anciens élèves de l'Institut de Grenoble*, 1904 et 1905, etc.)

lations soit égale (au moins au début) à celle des oscillations dans la conduite forcée, il peut arriver que le régulateur ferme à nouveau au moment où revient l'onde de surpression primitive, d'où amplification pouvant se reproduire plusieurs fois (résonance); cette éventualité, qui peut très facilement naître dans certaines usines hydro-électriques, est d'autant plus dangereuse que les orifices d'écoulement restants seront moins importants.

Troisième cas. — Dans le cas des réglages à la main (arrêt des turbines, par exemple), on devra de même se garder de pareils incidents et avoir l'œil fixé au manomètre pendant les manœuvres.

Il n'est pas exagéré de dire que, dans la plupart des cas, si on le voulait, on pourrait, par une suite d'impulsions de ce genre, provoquées avec discernement, déterminer presque à coup sûr la rupture d'une conduite. L'intensité d'un coup de bélier étant fonction de la variation $\frac{dQ}{dt}$ qui l'a déterminée, alors qu'une seule turbine est en marche, il peut être très dangereux qu'un corps (caillou, glaçon ou autre) vienne obstruer brusquement un orifice de distribution.

On voit, par ce qui précède, tout l'intérêt qui s'attache à cette condition que le régulateur ait aussi peu d'oscillations que possible, ce qui souvent n'est pas le cas, malheureusement, ou s'il en présente, que leur période soit différente d'une façon très sensible de celle $T = \frac{2\,l}{V}$ correspondant à la conduite considérée.

La suppression d'une résonance éventuelle entre la conduite et le régulateur, n'est pas la seule question qui intervienne dans cet ordre d'idées. Nous avons déjà signalé que s'il était intéressant au point de vue de la diminution des écarts de vitesse au cours des perturbations, d'adopter un régulateur qui ferme le plus vite possible. Par contre de cette rapidité même, naissent des coups de bélier particulièrement importants. Les travaux expérimentaux si intéressants de messieurs Camichel, Eydoux et Gariel, venant confirmer les études théoriques de MM. de Sparre, Allievi, Jouguet, Rateau, Ioukowski, ont permis en particulier, au milieu de beaucoup de résultats définitifs, de laisser admettre que la formule classique de Michaud suffit pour calculer la surpression maximum provenant d'une fermeture des régulateurs dans un temps donné sur une conduite donnée. Cette formule de Michaud s'écrit :

$$\text{surpression} = \frac{2LV}{g\,\theta}$$

2L, longueur de la conduite, V, vitesse de déplacement de l'eau dans la conduite, θ, temps de fermeture en plein du régulateur (1).

Dans son récent traité d'*Hydraulique Industrielle*(1), notre collègue et ami, M. Eydoux, professeur à l'Ecole Nationale des Ponts et chaussées, examine une conduite en acier de $0^m,800$ de diamètre et 550 mètres de long, d'épaisseur moyenne égale à 12 millimètres, le régulateur fermant en 8 secondes et la vitesse de l'eau dans la conduite étant de $3^m,50$. On trouve ainsi, si $a = 1098$ m/sec. (a, vitesse de propagande de l'onde de surpression) :

$$\frac{2 \times 550 \times 350}{9,81 \times 8} = 40 \text{ mètres d'eau.}$$

De même la formule de Michaud donnerait, modifiée dans le cas d'une fermeture brusque :

$$\text{surpression} = \frac{2\,L}{T} \times \frac{Vo}{g}$$

V_0 étant la vitesse initiale de l'eau dans la conduite, T étant la durée d'oscillation propre de cette conduite.

$$T = \frac{2L}{a} = 1 \text{ seconde}$$

On trouve ainsi :

$$\frac{a\,Vo}{g} = 390 \text{ mètres d'eau}$$

pour une fermeure brusque effectuée en moins d'une seconde.

CONCLUSIONS

Tels sont les principes essentiels ayant actuellement cours dans la technique des régulateurs et de la régulation.

On conçoit, sans qu'il soit besoin d'insister longuement sur ce sujet, quelle somme prodigieuse d'efforts la réalisation de ces appareils a supposé de la part des techniciens de tous pays et particulièrement des Français, chez lesquels ces études de régulation sont particulièrement à honneur, après qu'en fut ouverte la voie par Léauté, dans son inoubliable mémoire à l'Académie des Sciences, de 1888, sur les *Oscillations à longue période*. Citons parmi les techniciens étrangers qui se sont adonnés à l'étude de cette question, MM. Pfarr, Bauerfeld et Stodola; citons en France, MM. Rateau, Routin, Cayère. Nous-mêmes croyons avoir pu parvenir à apporter quelques éclaircissemenis à la question.

L. Barbillion,
Directeur de l'Institut Electrotechnique de Grenoble.

(1) M. G. Baillière, *Grandes Encyclopédies industrielles*

EXTRAITS — COMPTE-RENDUS

Rôle du chauffage électrique dans une distribution d'électricité.

Nous extrayons d'un mémoire établi par le Syndicat des constructeurs d'appareils de chauffage électrique les renseignements suivants qui intéressent tous les exploitants de stations centrales.

Sur l'idée erronée que le chauffage électrique est un gaspilleur de calories, est venue se greffer celle qu'il constituerait une clientèle gênante et perturbatrice pour les réseaux.

Nous estimons, au contraire, que ce serait une grave erreur de prescrire ainsi le chauffage électrique sous prétexte de *restrictions*, alors qu'il peut rendre les plus grands services, non seulement à la population, mais aux producteurs même d'électricité.

Utiliser rationnellement le combustible n'est pas synonyme de *réduire sa consommation au minimum*, et ce que nous avons dit plus haut montre combien le charbon supplémentaire que consommeraient les centrales parisiennes pour chauffer à un « foyer commun » un nombre sans cesse croissant d'abonnés, remplacerait avantageusement celui que consomment aujourd'hui ces mêmes abonnés pour se chauffer « individuellement ».

Nous allons montrer maintenant à quel point le chauffage électrique, bien loin d'être un « client indésirable », doit jouer au contraire un rôle régulateur des plus intéressants et des plus avantageux, dans le débit quotidien et l'utilisation annuelle de la puissance d'une centrale.

Nous considérons d'abord la courbe de débit quotidien A (fig. 1) d'une centrale ordinaire à clientèle d'éclairage et de force : variable selon la proportion des deux clientèles et selon les saisons, elle présente un minimum de 1 à 5 ou 6 heures du matin entre la fermeture des établissements publics et l'ouverture des ateliers, puis une période de débit plus ou moins sujet à fluctuation jusqu'à midi. Une période creuse entre midi et 14 heures, une période débit croissant jusqu'à la « pointe » quotidienne, puis de débit décroissant jusque vers 1 heure du matin.

Négligeons ici l'influence des radiateurs et appareils divers à action instantanée, qui, fonctionnant à des moments quelconques selon les besoins, échappent à une appréciation exacte des modifications à la courbe de débit qui peuvent résulter de leur installation. Examinons seulement les appareils de cuisine, dont, malgré leur faible consommation individuelle, la consommation globale, si nous les supposons aussi répandus que le sont actuellement les réchauds à gaz, peut fournir un appoint notable au débit de l'usine.

Nous représenterons approximativement par la courbe B le débit supplémentaire résultant de l'introduction de ces appareils : moindre le matin, et réparti entre 7 et 8 heures et 13 et 14 heures, elle atteindra son maximum de 19 à 20 heures, au moment où la préparation des repas est générale.

Enfin, la catégorie des appareils de chauffage à accumulation de chaleur, appareils de consommation assez forte et construits pour ne marcher qu'aux heures creuses (par exemple de 22 heures à 6 heures, et de 12 à 15 heures, grâce à des interrupteurs horaires automatiques, qui existent et fonctionnent couramment), en accumulant les calories dans des matières réfractaires ou dans une masse d'eau (précieuse pour fournir constamment l'eau chaude indispensable à la toilette, au ménage, à la cuisine), donnera la courbe C, de débit peu variable dans l'ensemble d'un grand réseau, et que nous représenterons, pour simplifier, comme une constante pendant les heures de fonctionnement autorisé.

La nouvelle courbe du débit quotidien global sera alors D, obtenue en cumulant les ordonnées de 2, de B et de C. On voit que l'influence régulatrice de B, et surtout de C, est très notable, et d'autant plus notable que la clientèle « chauffage avec accumulation, à horaire limité », est plus importante.

Il en résulte une amélioration correspondante dans le facteur d'utilisation de la puissance installée à la centrale, facteur dont la médiocrité actuelle est la source de lourdes charges financières pour les producteurs d'électricité.

Les frais d'installation par kilowatt de puissance d'un matériel neuf, aussi bien que les frais d'entretien et de réfection du matériel ancien, machines, et réseaux, ayant au moins quadruplé, depuis la guerre, les usines, et surtout les usines thermiques, ont un intérêt essentiel à répartir ces frais sur le maximum de kilowatts-heures que leur puissance installée leur permet, pratiquement, de vendre d'un bout à l'autre de l'année.

L'année comptant 8.760 heures, une usine équi-

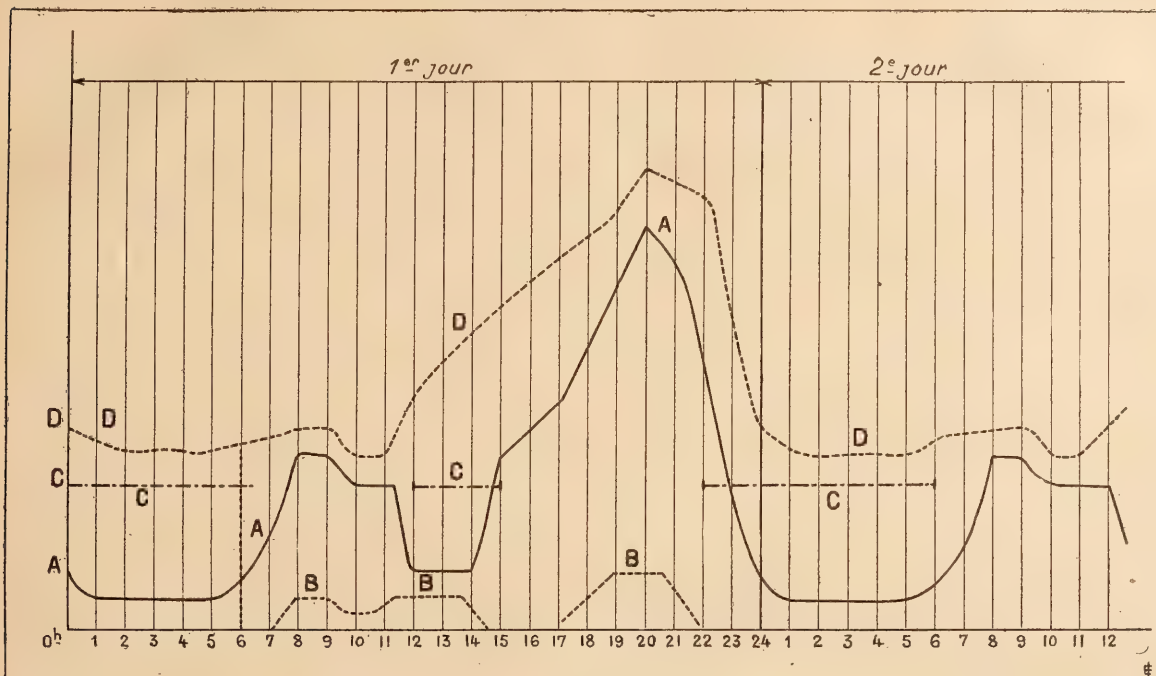


Fig. 1.

pée de groupes de N kilowatts, non compris la réserve de sécurité, pourrait fournir théoriquement, 8.760 N kilowatts-heure. En pratique, vu l'irrégularité du débit quotidien, la quantité d'énergie vendue est singulièrement moindre. La figure 2 donne approximativement, d'après la moyenne de relevés des débits d'usines à la clientèle d'éclairage et de force, la courbe d'utilisation C des puissances pendant un nombre donné d'heures de l'année : on y voit que la puissance maxima Pm demandée au moment de la plus forte pointe annuelle, n'est utilisée que pendant quelques heures au plus ; la moitié de cette puissance est utilisée pendant 1.000 à 2.000 heures, et enfin c'est une très faible fraction de la puissance Pm qui est utilisée pendant toute l'année.

Le rapport de l'aire limitée par la courbe C et les axes des x et y, à l'aire du rectangle O H M P, représente le facteur d'utilisation moyen de la puissance Pm, laquelle est tout au plus égale à la puissance installée, puisque l'usine doit avoir les machines nécessaires à la plus forte demande annuelle, et même, de préférence, encore un groupe de réserve (dont l'utilisation est nulle).

Si, pour déterminer leurs prix de revient réels, on fait supporter aux kilowatts-heure considérés isolément, des charges d'intérêt et d'amortissement inversement proportionnelle à la durée annuelle d'utilisation de la puissance mise en jeu pour les produire, on constate que le kilowatt-heure *de pointe* arrive à coûter dix et vingt fois plus cher que le kilowatt-heure du premier quart de la puissance installée, dont l'utilisation moyenne ressort par exemple à 6000 ou 7000 heures par an. Si l'abonné paie, avec la tarification trop sommaire en vigueur à Paris, le même prix a pour tous les kilowatts-heure-lumière, et le même prix b pour tous les kilowatts-heure-force, l'exploitant est incité, pour couvrir ses lourdes charges et s'assurer une marge de bénéfice, à majorer a et b jusqu'à les rendre excessifs.

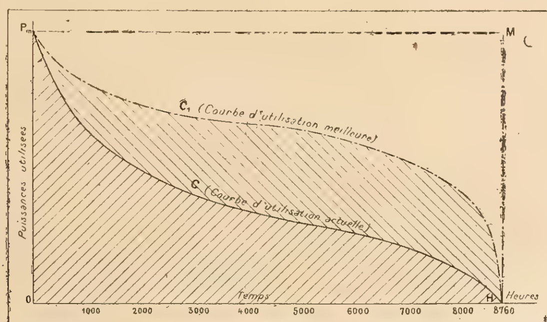


Fig. 2.

Au contraire, par l'amélioration de la courbe des débits quotidiens (fig. 1) due à la multiplication, sur une vaste échelle de la clientèle thermique, il peut, sans rien changer à son matériel, accroître nota-

blement la puissance utilisée pendant 1000 heures, 2000..., 8760 heures (courbe C_1 de la figure 2). Le prix réel de revient de chaque kilowatt-heure en sera allégé très notablement ; *d'autant plus* que les kilowatts-heures supplémentaires, représentés par l'aire comprise entre les courbes C et C_1, seront produits à très bon compte. Dans le cas d'une centrale hydraulique, les frais supplémentaires sont insignifiants : l'eau ne coûte rien, le personnel reste le même, la dépense se réduit à l'entretien et à l'usure supplémentaires des groupes turbo-générateurs qui tourneront, au lieu de rester inactifs. Dans le cas qui nous occupe ici, des centrales thermiques parisiennes, les kilowatts supplémentaires sont obtenus moins économiquement sans doute ; mais les frais correspondants de charbon, de personnel, d'entretien des chaudières et des groupes électrogènes, venant se répartir dans la masse des frais généraux d'exploitation dont une grande partie est indépendante de la production, on pourra doubler par exemple la production annuelle de kilowatts-heure en n'accroissant les charges d'exploitation que dans une proportion infiniment plus restreinte : d'où la réduction du prix de revient moyen du kilowatt-heure et l'accroissement des bénéfices de l'exploitant.

Cette certitude d'accroître ses bénéfices va permettre au producteur d'électricité, par une équitable et intelligente tarification, de créer et de multiplier cette clientèle « thermique » dont il attend l'amélioration de son exploitation, en lui consentant des prix qui déterminent sa diffusion chez les abonnés sans cesse plus nombreux, pour atteindre le plus vite possible toute la population, au lieu de le réserver à une clientèle de luxe, selon les errements actuels.

C'est aux producteurs de courant, c'est à la ville de Paris, qu'il appartient d'étudier de concert les formules de tarification rationnelles à adopter pour le réseau parisien. L'une des plus équitables consiste certainement à tarifer le courant, sans distinction d'emploi, suivant l'horaire quotidien de cet emploi (1); des compteurs spéciaux, qui ont la sanction de l'expérience, totalisent automatiquement les prix à payer pour la consommation globale. Si l'on veut éviter l'emploi de ces compteurs spéciaux, on peut, avec les compteurs ordinaires, facturer au tarif maximum *a* une première tranche de kilowatts-heure constituant le minimum de consommation exigé de l'abonné pendant chaque période mensuelle, comme utilisation minima, de la puissance installée chez lui, et qu'il immobilise à l'usine ; puis, au tarif réduit *b*, une seconde tranche de kilowatts-heure a déterminer, et enfin au tarif minimum *c* tout l'excédent de sa consommation.

Sans entrer ici dans l'examen de cette question de la *tarification rationnelle du courant*, qui n'est pas de notre ressort, nous croyons devoir insister sur son importance capitale en vue de la diffusion du chauffage électrique.

(1) A titre d'exemple, disons qu'à Lausanne les compteurs appliquent quotidiennement quatre tarifs distincts : le tarif *minimum a*, de 0 h. à 6 h. ; le tarif *b*, entre 9 h. et 16 h., et entre 23 h. et 24 h. ; le tarif *c*, entre 6 h. et 9 h., entre 16 h. et 17 h., entre 21 h. et 23 h. ; enfin le tarif *maximum d*, entre 17 h. et 21 h., période de la pointe.

DÉTECTEUR THERMIONIQUE à quatre électrodes.

Nous extrayons de *Radio Review* la description d'une nouvelle lampe à quatre électrodes. L'auteur, M. Fleming, s'est proposé de construire un détecteur thermionique et un appareil récepteur qui soient absolument indépendants de la nature de l'émetteur et qui puissent aussi bien détecter les ondes entretenues que les amorties.

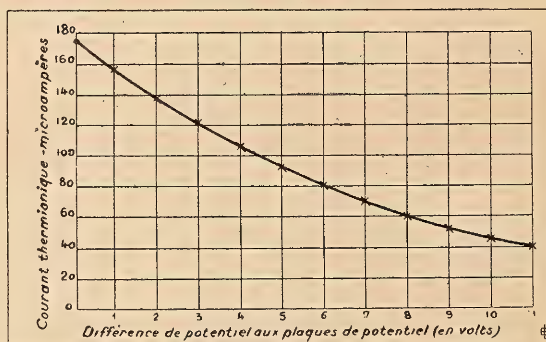


Fig. 1.

Le détecteur en question n'a certes pas la sensibilité de l'amplificateur à trois électrodes en cascade, mais il offre certains avantages. Il comporte une ampoule en verre à vide très poussé de 7,5 cm. de diamètre, dans laquelle est placé un court filament vertical de tungstène d'environ 3 centimètree de long. Ce filament est maintenu droit par un petit ressort spiral. Autour du filament sont disposées quatre petites plaques de nickel recourbées suivant leur grand axe, d'environ 3 centimètres de long et 0,6 centimètres de large, la face convexe étant tournée vers le filament et placée à 2 ou 3 millimètres de celui-ci. Deux de ces plaques, une de chaque côté du filament, appelées « plaques de potentiel » sont connectées à des fils séparés aboutissant aux bornes de l'ampoule. Les deux autres plaques appelées « plaques collectrices » sont reliées entre elles et à un cinquième fil d'entrée.

La propriété particulière de ce détecteur thermionique est que si une faible différence de poten-

tiel à haute ou à basse fréquence est appliquée entre les plaques de potentiel, le courant thermionique, passant entre le filament et les plaques collectrices, tombe à une certaine valeur déterminée par cette différence de potentiel. On peut donc construire une courbe caractéristique donnant le courant thermionique sur les plaques collectrices en fonction de la différence de potentiel appliquée aux plaques de potentiel. Une telle courbe est représentée figure 1.

Pour employer cette lampe comme détecteur, il suffit de connecter les plaques de potentiel aux bornes du condensateur d'accord d'un circuit récepteur fermé et d'insérer dans le circuit extérieur plaque-filament, un appareil quelconque décelant les variations du courant thermionique. Ce dispositif ainsi employé offre à peu près la même sensibilité qu'un détecteur à cristal ordinaire.

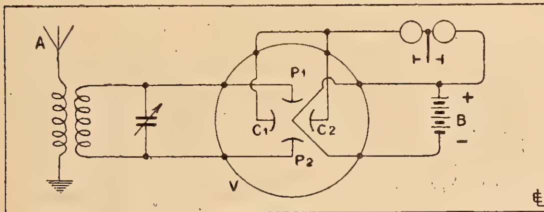


Fig. 2.

Si nous insérons dans le circuit plaque-filament un relais télégraphique ordinaire (fig. 2), le commencement de chaque signal reçu obligera les contacts du relais à s'ouvrir.

Afin d'accroître la sensibilité du dispositif, il est évidemment nécessaire que la différence de potentiel entre les plaques de potentiel soit aussi grande que possible. On peut obtenir ce résultat en disposant le circuit récepteur de façon que sa capacité soit faible et sa self grande.

L'auteur n'a pas encore eu le temps de déterminer l'effet d'une légère réduction du vide sur le fonctionnement de la lampe ; cette réduction permettait d'accroître les courants thermioniques, sans danger de diminuer la durée du filament par le bombardement des ions positifs, puisque le potentiel des plaques anodiques n'est que de quelques volts.

En même temps l'auteur a imaginé un modèle très simple de sonnerie d'appel. Pour cela il insère un relais à inertie dans le circuit filament-plaque d'une lampe de ce genre, de sorte que les contacts de la sonnerie d'appel restent ouverts tant que le courant ne passe pas sans interruption dans le relais pendant deux ou trois secondes environ. Les courants intermittents dus aux signaux Morse ne durent pas assez longtemps pour actionner la sonnerie.

Les applications de cette lampe pourraient être nombreuses. Nous avons dit que sa sensibilité égale celle d'un bon détecteur à cristal. Elle pourra être utile en laboratoire pour détecter de faibles différences de potentiel dans des ponts à courants alternatifs. On pourra aussi l'utiliser comme ampèremètre à courant alternatif, en connectant les plaques de potentiel aux bornes secondaires d'un transformateur dont le primaire reçoit le courant à haute ou basse fréquence à mesurer. Le courant thermionique dans la lampe sera diminué en proportion du courant alternatif.

M. G.



Amplification des courants électriques dans la flamme Bunsen.

Quand deux électrodes en fil de platine sont fixées dans une flamme Bunsen de façon à être également chauffées, le gradient de potentiel entre les deux n'est pas du tout uniforme. Il y a une forte chute de potentiel près de la cathode où les ions négatifs sont moins nombreux. Quand quelque sel, ou simplement une goutte de cire à cacheter (qui contient de la chaux), est placée sur la cathode (cathode Wehnelt), cette électrode émet des électrons, le gradient devient uniforme et le courant dans la flamme est fortement intensifié. Si l'on pouvait régler l'émission d'électrons, on pourrait amplifier le courant à volonté. Ce réglage peut être effectué, comme dans les valves thermoioniques, en plaçant une troisième électrode (une grille) entre les deux fils). Des expériences avec de telles valves sont décrites dans la *Physical Review*.

La grille qui se trouve en circuit avec sa propre petite batterie, doit être maintenue exempte de particules de chaux, que les courants de convection dans la flamme chaude emporteraient vers le haut. L'auteur de ces expériences monta d'abord trois fils parallèles horizontaux dans la flamme, la cathode au sommet, la grille 1 mm. 5 en dessous, et l'anode, jointe à la batterie principale, 3 millimètres au-dessous de la grille. Pour rendre le dispositif plus efficace, il recourba l'extrémité de la cathode portant la particule de chaux vers le haut et entoura cette extrémité d'une grille réelle, une spirale de fil de platine. De cette façon, il put amplifier le courant environ 100 fois à l'aide de puissantes flammes de gaz, et il constata que le retard dû à l'ouverture ou à la fermeture du circuit dans la flamme, au moyen d'un manipulateur, ne dépassait pas 0,019 seconde. Mais le débit est faible et les flammes de gaz ne sont pas aussi régulières que les filaments des tubes à vide ordinaires.

M. G.

Informations.

Autorisations. — Concessions.

Drôme. — Une conférence a été tenue, le 20 novembre 1921, entre l'Ingénieur en chef des Ponts et Chaussées du département de la Drôme et l'Ingénieur du Génie rural, au sujet de l'établissement d'un réseau rural de distribution d'énergie électrique dans la commune d'Arthémonay.

Gironde. — La Compagnie Industrielle des pétroles a demandé l'autorisation d'établir dans les emprises de la gare de Bordeaux-Passerelle (ligne de Bordeaux à Eymet) 3 poteaux destinés à supporter une ligne de conducteurs d'énergie électrique, branchée sur une des lignes du réseau de la Société « E. E. S. O. » et aboutissant à un dépôt construit par la Compagnie susvisée, sur un terrain dont elle est locataire et qui est situé dans les dépendances de la dite gare.

Cette autorisation vient de lui être accordée sous les conditions techniques et administratives habituelles.

Oise. — La Société Electrique de Saint-Mard-sous-Dammartin a obtenu, sous les réserves d'usage, l'autorisation d'exécution immédiate d'une ligne de transport d'énergie électrique de 2e catégorie entre Ermenonville et Ver (Oise).

Cette ligne doit être comprise dans la demande de concession d'Etat, déposée par la Société susvisée et est actuellement en cours d'instruction.

Savoie. — La Société « Rhône et Savoie » a présenté une demande de concession d'Etat pour une distribution d'énergie aux services publics sur le parcours de Venthon à Gilly-sur-Isère.

Une conférence a été tenue entre l'Ingénieur en chef du contrôle des distributions d'énergie électrique du département de la Savoie et l'Ingénieur du Génie rural au sujet de l'établissement d'un réseau rural de distribution d'énergie électrique dans les communes de Saint-Jean d'Arvey, Thoiry, Puygros et Les Déserts.

Seine-et-Oise. — La Société « Electricité du Nord-Est Parisien » a demandé l'autorisation d'établir sous le régime des permissions de voirie, une canalisation électrique à haute tension destinée à l'alimentation d'un transformateur communal à Neuilly-Plaisance.

Deux-Sèvres. — Les Sociétés « Omnium Français d'électricité » et « Energie électrique du Poitou » ont présenté conjointement une demande tendant à la substitution de cette dernière Société à la première nommée, en tant que demanderesse de la concession d'Etat pour une distribution d'énergie aux services publics sur le parcours Faymoreau-les-Mines, à Montreuil-Bellay par Thouars.

Approbations de compteurs d'énergie électrique.

Par arrêtés du ministre des Travaux publics pris après avis du Comité d'Électricité, ont été approuvés en conformité de l'article 16 des cahiers des charges-types des concessions de distribution d'énergie électrique :

— Le compteur modèle T. B. pour les distributions à courants triphasés 3 fils d'intensités jusqu'à 100 ampères (présenté par la Compagnie de Construction électrique, à Issy-les-Moulineaux).

— Le compteur type C. T. A. III pour courant alternatif monophasé 2 fils, pour les calibres de 1 à 30 ampères et pour les tensions de 25 à 500 volts (présenté par la Compagnie pour la fabrication des compteurs et matériel d'usines à gaz, à Paris).

—Les compteurs modèles A. M. T. C. et A. M. T. R. pour courant monophasé 2 fils, pour des tensions jusqu'à 120 volts et pour un courant maximum jusqu'à 10 ampères (présentés par le Laboratoire industriel d'Électricité J. Garnier, à Lyon).

— Le compteur B. T. type T. pour courants alternatifs triphasés 4 fils, pour les calibres de 5 à 100 ampères et pour les tensions de 100 à 250 volts (présenté par la Compagnie de Construction électrique, à Issy-les-Moulineaux).

— Le compteur type A. M. T. C. 3, seulement pour les courants alternatifs simples à 3 fils (présenté par le Laboratoire industriel d'Électricité J. Garnier, à Lyon).

— Les compteurs types A 5 et M IV pour courants alternatifs monophasés 2 fils, pour une tension normale de 110 volts et un courant

maximum de 10 ampères (présentés par la Compagnie anonyme Continentale pour la fabrication des compteurs, à Paris).



Une discussion parlementaire
sur la tarification de l'électricité.

++++++

Une interpellation de M. Néron, député de la Haute-Loire, a provoqué à la Chambre, le 30 décembre, un assez vif débat. Bien qu'à l'origine il ne fut question que des « agissements » de la Compagnie électrique Loire et Centre, l'accord parut complet entre les divers orateurs pour généraliser la portée des incidents signalés.

Nous n'avons pas à détailler ici les différents griefs apportés contre les sociétés de distribution d'électricité. Tout le monde sait qu'à la suite de la guerre, les secteurs durent relever le prix de vente du courant. Mais cette augmentation, normale dans son principe, a suscité de nombreuses difficultés dans son application, beaucoup de consommateurs (communes ou particuliers) trouvant les augmentations proposées non justifiées. Une intervention du ministère des Travaux publics, sous la forme de la circulaire du 24 novembre 1919 créant les *index économiques* n'a fait qu'accentuer les difficultés car le jeu des index a rendu publics des prix dont il fut très facile aux consommateurs de relever les anomalies, de sorte que toutes les conditions des secteurs leur devinrent suspectes.

Nous pouvons dire, bien que cela paraisse paradoxal, que l'intervention de l'Etat dans cette question de tarifs, a aggravé sensiblement la crise, même au détriment des secteurs. Les administrateurs de ces derniers auraient eu en effet de forts scrupules à ne pas appliquer des directives venant de si haut lieu, et qu'ils pouvaient présenter à leurs clients comme des règles inéluctables ! Or leur confiance en la protection administrative, ne fut que de courte durée, puisque les premières circulaires furent peu après *rectifiées* par d'autres : les index n'étaient pas d'application obligatoire, mais de simples exemples, puis interdiction de les appliquer à l'énergie d'origine hydraulique, etc.

La protection des consommateurs n'était d'ailleurs pas oubliée : une circulaire créait des *commissions consultatives* pour les revisions de tarifs ; une circulaire suivante les déclarait le plus souvent inutiles.

Mentionnons comme autre élément de discorde l'ignorance de la plupart des consommateurs et des communes, — et même de certains agents des secteurs, — sur la législation actuelle de l'électricité en France, réglementation d'ailleurs assez complexe.

Une nouvelle source d'erreurs, à laquelle n'échappent pas tous les gens compétents, provient de la croyance en une *jurisprudence* tutélaire et invariable parce que suprême, celle du Conseil d'Etat. Or les juristes savent que loin de chercher à établir des arrêts de principe, et partant invariables, le Conseil d'Etat juge en ces matières selon *l'espèce*, c'est-à-dire le cas particulier avec toutes les circonstances de fait (lieu, date, etc.) qui l'entourent. Deux arrêts sur des matières analogues peuvent donc être contradictoires en apparence. C'est ainsi que l'arrêt de Bordeaux (mars 1916) a consacré la thèse de *l'imprévision*, les contrats antérieurs à 1914 n'ayant pu prévoir la hausse formidable du charbon résultant de la guerre. Mais un arrêt du Conseil d'Etat du 25 novembre 1921 déclare d'autre part qu'il ne peut y avoir rupture de contrat qu'en cas de perte réelle et imprévue et non pas pour un manque à gagner.

Nous ne reviendrons pas ici sur la discussion parlementaire provoquée par M. Néron, nous bornant à donner quelques précisions extraites des réponses de M. Le Trocquer, ministre des Travaux Publics :

— Les permissions de voirie et les cahiers des charges antérieurs à 1906 sont passés, dès modifications, sous le régime des concessions avec cahier des charges-type.

— L'index économique n'est plus appliqué lorsque la production est exclusivement hydraulique.

— A partir du quatrième trimestre de 1921, le prix du charbon servant de base à l'index économique ne pourra être supérieur à celui du charbon de bonne qualité sur le carreau de la mine.

Enfin le ministre a rappelé qu'il importait de ne pas décourager les producteurs d'énergie électrique, alors qu'il reste à mettre en œuvre 15 milliards de capitaux pour équiper notre houille blanche.

Nous ne pouvons qu'approuver pleinement cette remarque, qui marque un esprit soucieux de réalisations. L'un des moyens d'éviter de tels débats, peu favorables aux producteurs qui n'ont pas le moyen d'y présenter leur défense, serait sans doute de liquider toutes ces épineuses questions de tarif, non pas par un contentieux long et irritant, mais par arrangements ou expertises amiables. Plusieurs villes, et non des moindres, ont pu ainsi régler de très graves différends, sans qu'il en persiste une animosité incompatible avec la marche de services publics à très longue durée.

L. D. Fourcault.



Installations hydro-électriques.

Usine de Bousselargues.

On annonce la mise à l'enquête du projet présenté par la Société « l'Omnium Régional d'électricité » dont le siège social est à Lempdes (Haute-Loire) en vue de la concession d'une usine hydro-électrique située sur la rivière « la Bave », à Bousselargues, commune de Blesle (Haute-Loire). Cette usine est destinée à renforcer la station de Lempdes qui alimente un réseau de distribution d'énergie électrique appartenant à la même Société.

La durée de la concession serait de soixante-quinze ans, à dater du 1er janvier qui suivra la date fixée pour l'achèvement des travaux.

Les travaux projetés comportent la construction d'un barrage — réservoir de 30 mètres environ de hauteur avec déversoir latéral — d'un canal de dérivation partie en souterrain et partie à ciel ouvert; d'une chambre de mise en charge; d'une conduite forcée et d'une usine hydro-électrique avec canal de fuite.

L'établissement du barrage de retenue est prévu un peu en amont du pont « d'Atré »; le réservoir s'étend jusqu'au « Ravin de la côte de la Vigne » sur les territoires des communes d'Autrac (Haute-Loire) et d'Apchat (Puy-de-Dôme); en temps de crue, le remous se fera sentir jusqu'au « Pont de Pierre », aux environs du territoire de la commune de Leyvaud (Cantal). Le déversoir est situé dans la commune d'Apchat.

Le canal d'amenée serait établi sur la rive droite du cours d'eau et s'étendrait sur les territoires des communes d'Autrac et de Blesle.

La hauteur brute de chute, non compris la retenue du barrage, serait de 188 mètres; le débit moyen du cours d'eau susceptible d'être utilisé, est évalué à 650 litres par seconde; la puissance brute moyenne de l'usine est, en conséquence, de 1.220 kilowatts. La puissance nette maximum installée a été prévue de 3.150 kilowatts, correspondant à une dérivation exceptionnelle et intermittente de 2.000 litres par seconde.

La réalisation du projet s'effectuerait en deux phases, dont la première, exécutée très rapidement, permettrait d'utiliser au fil de l'eau, et par simple dérivation, le débit dont la régularisation serait assurée par la suite.



Accidents d'électrocution.

Au cours de ses dernières séances le Comité d'Electricité a eu à examiner un nombre anormal de dossiers relatifs à des accidents qui se sont produits cette année; il n'est pas sans intérêt pour nos lecteurs de signaler les conditions dans lesquelles se sont produits certains d'entre eux. Citons notamment les deux suivants.

Le 22 mars 1921, M. L. cantonnier passant sur un chemin vicinal a été électrocuté par la ligne H T, du réseau de la société d'électricité de... dont les fils se trouvaient abaissés à 1m. 50 du sol par suite de la rupture d'un poteau.

D'après l'enquête effectuée, la ligne susvisée avait été visitée en 1920 et tous les poteaux avariés avaient été remplacés.

D'autre part, on a constaté après l'accident que des traces de vermoulure se trouvaient à l'intérieur du poteau brisé alors que la surface extérieure de ce dernier paraissait très saine sur toute sa longueur et *que rien ne pouvait faire prévoir la rupture survenue.*

Le Comité d'électricité saisi de cette affaire a considéré qu'une semblable rupture de poteau à 5 mètres au-dessus de la section d'encastrement, (que le support soit injecté ou non) était un fait très rare dû à un événement de caractère anormal (coup de foudre, tempête, etc..)

Il a estimé qu'il ne paraissait pas possible de dégager la responsabilité pénale de la Société avant que les causes du bris du poteau et de la descente des conducteurs d'énergie à 10.000 volts jusqu'à 1m50 du sol aient été élucidées et a émis l'avis qu'il y avait lieu de procéder à un supplément d'enquête sur les circonstances de l'accident.

Le 11 janvier 1921, dans le poste de coupure de V., le chef d'équipe P., après avoir posé des connexions dans une cellule de postes, voulut, avant de les assujettir, vérifier si leur distance au plafond était la même que celle des appareils d'une autre cellule en service; à cet effet, il monta sur une étroite poutre en fer, située dans le plan de la cloison de la cellule en installation; ses pieds se trouvaient ainsi à 2m50 du sol.

Au moyen d'un double mètre *en bois* que des articulations à ressort maintenaient développé, il comparait à l'œil, les écartements des connexions sous tension à ceux des connexions qu'il installait.

A un certain moment, une lueur fut aperçue dans le poste, le chef d'équipe P. tomba et sa tête porta sur le sol en ciment. Cette chute détermina une fracture du crâne.

Le poste où s'est produit cette accident est spacieux et l'installation conforme aux prescriptions de l'arrêté technique du 21 mars 1911.

Il paraît ressortir de l'enquête que le chef d'équipe P aurait touché involontairement, par l'intermédiaire de son double mètre en bois, un appareil sous tension et reçut ainsi une forte com-

motion qui lui fit perdre l'équilibre et provoqua la chute qui a déterminé la mort.

Le Comité d'électricité a émis à ce sujet l'avis qu'il y avait lieu d'attribuer cet accident à un concours de circonstances que les précautions normales peuvent difficilement éviter, et que cette affaire ne comportait aucune suite administrative.

LÉGISLATION

Les modifications du courant ne sont pas une dérogation.

Divers industriels nous ont demandé si un cahier des charges de distribution d'énergie électrique pouvait comporter à l'article 9 une clause ainsi conçue :

« Toutefois, le concessionnaire aura le droit de modifier la tension et la périodicité à toute époque, en prenant à sa charge les frais qu'entraînerait cette modification dans les installations en service lors de sa réalisation. »

Et si cette addition pouvait être admise sans que l'avis du Conseil d'État fut nécessaire.

Dans un cas analogue, l'Administration des Travaux Publics a répondu que la solution de cette question découlait de l'examen des dispositions du dernier paragraphe de l'article 9 du cahier des charges-type. Ces dispositions figurant en lettres italiques dans le texte du cahier des charges-type sont par suite facultatives et, dès lors, l'addition précitée ne constitue pas une dérogation et peut être admise sans intervention du Conseil d'État.

Modification des installations des P. T. T. pour l'établissement des réseaux électriques.

Sur la demande du Ministre des travaux publics, le Sous-secrétaire d'Etat des P. T. T. vient dinviter les Directeurs régionaux des postes et télégraphes à simplifier le plus possible la procédure suivie jusqu'à ce jour pour les modifications à apporter aux lignes télégraphiques et téléphoniques dont le déplacement est nécessité par l'installation de distribution d'énergie électrique et à hâter le plus possible l'exécution des travaux de modification.

La vente à forfait n'est pas une dérogation.

L'article 11 du cahier des charges des concessions communales du 28 juin 1921 ne comportant plus, pour la vente à forfait de l'énergie, indication du kilowatt-an comme unité, la question s'est posée de savoir si un tarif de vente à forfait à la lampe ou à la bougie, constituait une dérogation au type.

La circulaire d'envoi du nouveau cahier des charges en date du 28 juin 1921 répond à cette question par une disposition insérée au sujet de l'article 11 et ainsi conçue :

« Il y a lieu de remarquer que, sauf en ce qui concerne l'éclairage au compteur, les unités qui figuraient dans le type de 1908 ont été supprimées et remplacées par des blancs, afin de permettre l'emploi des unités les mieux appropriées. »

Il s'ensuit que le choix de l'unité est libre pour la vente à forfait sans qu'il y ait dérogation au type. J. R.

JURISPRUDENCE

Obligations du concessionnaire de distribution d'énergie électrique à l'égard des consommateurs et des tiers.

a) Lorsque, à la suite de difficultés au sujet du renouvellement d'une police entre une société électrique, d'une part, et un abonné d'autre part, la société interrompt brusquement le courant au détriment de l'abonné, celui-ci est fondé à en demander d'urgence le rétablissement, tous droits et moyens des parties restant réservés au principal. (Trib. civ. de Bourg, 1er juin 1921.)

b) La société d'électricité qui exerce dans une ville un monopole de fait est tenu de fournir à à ses abonnés nn courant régulier et continu, soit comme éclairage, soit comme force motrice. (Trib. de Commerce de Bourg, 25 février 1921.)

En conséquence, doit être condamnée à des dommages-intérêts, la société de distribution d'énergie électrique qui a assuré son service dans les conditions les plus irrégulières et les plus défectueuses, avec de grandes différences de voltage et de brusques arrêts plusieurs fois répétés (même jugement).

c) Justifie d'un intérêt à la pose de l'éclairage électrique celui qui, occupant à l'origine un local, a demandé alors cette pose pour son usage personnel et qui, ayant ensuite cessé de l'occuper, mais étant propriétaire de l'immeuble, peut légitimement vouloir en faire profiter ses locataires (Cour de Dijon, 18 octobre 1920).

d) En l'absence de toutes clauses figurant, soit à son traité de concession, soit aux permissions de voirie, soit à son cahier des charges, une compagnie concessionnaire de l'éclairage électrique commet un véritable abus du monopole dont elle jouit en imposant, comme une condition *sine qua non* de la fourniture de l'éclairage électrique la location de ses compteurs (Cour de Dijon, 18 octobre 1920).

René Gérin,
Avocat à la Cour d'Appel de Lyon.

Inventions. — Appareils et procédés nouveaux

RÉGULATEUR DE TENSION OU D'INTENSITÉ A AIR CHAUD ET MERCURE

Cet appareil (fig. 1) est destiné au réglage de la tension ou de l'intensité des dynamos à vitesse variable (automobiles, etc.). Il comprend un tube *a* contenant du mercure et fermé à une extrémité. A l'autre extrémité se trouve une résistance *r* montée en série ou en parallèle dans le

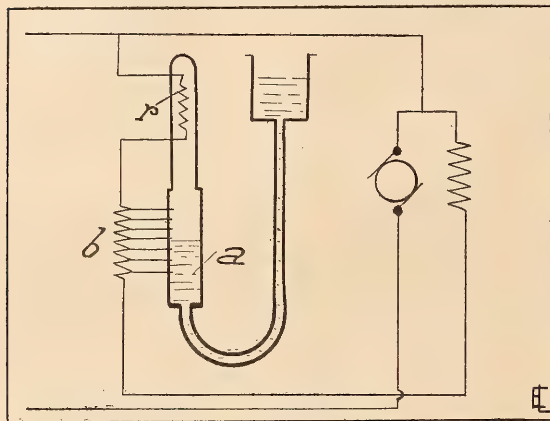


Fig. 1.

circuit. Quand le courant dépasse une valeur donnée, la résistance s'échauffe et l'air environnant comprime le mercure qui descend dans la partie *a*. Ceci a pour effet d'intercaler des éléments de résistance en *b*, normalement en court-circuit par le mercure de *a*. (Br. Fr. 521.753. — Jullin.)

SECTIONNEUR AUTOMATIQUE

Dans certains montages, particulièrement en T. S. F. pour les inductances réglables, il est nécessaire d'isoler certaines inductances inutilisées momentanément et qui peuvent donner lieu à des pertes d'énergie. On adapte au commutateur *a* (fig. 2) une pièce auxiliaire *c* oscillante, qui relie les deux inductances quand le bras du commutateur *a* est manœuvré dans un sens et au contraire les isole dans l'autre sens. (Br. Fr. 526.569. — Société Française Radio-Electrique.)

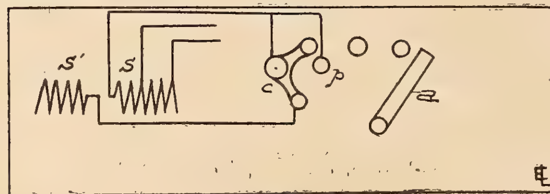


Fig. 2.

PERFECTIONNEMENTS AUX DISPOSITIFS DE PROTECTION

Cette disposition (fig. 3) est basée sur le principe de relais, fonctionnant sous l'effet d'un déséquilibre entre les courants circulant dans les circuits de même phase de deux feeders.

C'est une sorte de relais-balance *l* actionné par 3 bobines *s s' s''* qui immobilisent le système pendant l'équilibre. Dès qu'un courant plus élevé circule dans un feeder, le système déséquilibré, actionne l'un des relais *e* ou *e'* de l'interrupteur automatique. (Br. Fr. 526.267. — Compagnie française Thomson-Houston.)

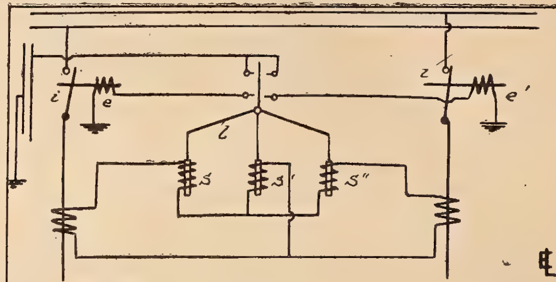


Fig. 3.

PROCÉDÉ DE REDRESSEMENT DE COURANTS ALTERNATIFS

Le procédé consiste à mettre en contact deux métaux différents l'un s'oxydant facilement et l'autre difficilement. Si le passage du courant alternatif provoque l'oxydation du premier métal, on peut réaliser un redresseur très simple.

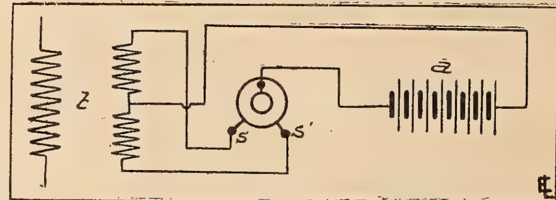


Fig. 4.

La figure 4 montre le dispositif utilisé pour la charge d'accumulateurs *s* et *s'* sont deux balais métalliques, dont l'un s'oxyde plus facilement que l'autre. (Br. Fr. 526.742. — Haudré.)

P. M.

LAMPE MAZDA DEMI-WATT ET LA CONTREFAÇON.

Dans une précédente note, parue dans le numéro de *l'Electricien* du 15 avril 1921, nous signalions les procès engagés en Amérique par la General Electric Company contre la Nitro-Tungsten Lamp C°, et en Angleterre par la British-Thomson Company Ltd contre la Corona Lamp Works Ltd, pour contrefaçon du brevet Langmuir couvrant les lampes à incandescence dans des atmosphères gazeuses, communément dénommées « Lampes 1/2 watt ».

Alors que les tribunaux américains avaient donné entièrement raison à la G. E. C°, à Londres, au contraire, le tribunal de 1re instance et la Cour d'appel, tout en reconnaissant la brevetabilité et l'importance de premier ordre de l'invention, avaient statué contre le brevet, dont les revendications n'avaient pas paru répondre strictement aux conditions de pur formalisme imposées par la législation anglaise des Brevets.

La Bristish Thomson-Houston C° fit alors appel de l'arrêt devant la Chambre des Lords, qui, statuant le 19 décembre dernier comme Cour judiciaire suprême, selon la loi anglaise, a réformé la décision des premiers juges et a prononcé à l'unanimité et en dernière instance la validité du brevet.

UN PORTE-BALAI RATIONNEL

Le porte-balai breveté monté sur les moteurs Drouard a rompu avec les errements de la routine et représente le

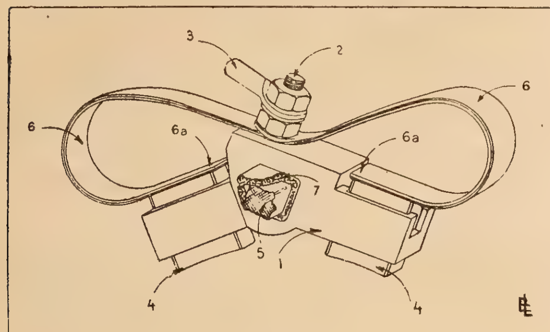


Fig. 1.

résultat de patientes recherches et de nombreux essais pour l'amélioration de cet organe.

Le porte-charbon représenté figure 1 est double, et comprend un corps (1) entièrement venu de fonderie dans lequel est noyé à la coulée une tige filetée (2) en laiton supportant la cosse (3) d'amenée du courant. Ce corps (1) est percé d'un trou rectangulaire dans lequel se déplace le charbon. Le shunt est constitué par un ressort à lame taré, doublé par 1 ou 2 feuilles de clinquant. Ce ressort recourbé à une extrémité fixée sur la tige filetée (2) tandis que l'autre est soudée sur la tête du charbon, il forme en outre rebord (en 6 *a*) faisant arrêt sur le bord supérieur de la gaine lorsque le charbon est usé.

Le porte-charbon est fixé sur un axe support par emmanchement carré avec interposition d'un tube isolant de même forme. Cet emmanchement assure la position invariable entre chaque porte-charbon et les surfaces collectrices du courant. Le déplacement du charbon avec l'usure se faisant perpendiculairement à la surface du contact, il en résulte une pression unitaire dans toute l'étendue de la surface de contact, point aussi important pour l'usure régulière du charbon et du collecteur que pour le passage régulier du courant. En outre de l'absence de toute articulation mécanique, il y a lieu de remarquer la suppression des câbles reliant les porte-charbons aux plaques à bornes

NOTIONS PRATIQUES

L'étalonnage des compteurs à courant alternatif.

RÉPONSE A PLUSIEURS DEMANDES :

Formules d'étalonnage. — Sur tous les compteurs est placée une plaquette donnant la tension, l'intensité, la fréquence et la constante du compteur.

Cette constante est généralement donnée en watt-heure. Dans ce cas il suffit de la multiplier par 3600 pour l'avoir en watt-seconde.

Soit K cette constante. Pour un régime de marche la tension étant maintenue constante ainsi que la puissance absorbée par les récepteurs, on note le temps t mis par le disque pour accomplir n tours. La puissance enregistrée par le compteur est :

$$P = 3600\ K \frac{n}{t}$$

Soit Pe la puissance exacte indiquée par le wattmètre étalon. L'erreur en % est :

$$E\ \% = \frac{P - Pe}{Pe} \times 100$$

Les essais se font à pleine charge, $\frac{1}{2}$ charge et au $\frac{1}{20}$ de la charge normale, c'est-à-dire que, par exemple, pour un compteur monophasé de 5 ampères, 120 volts, 50 périodes, on fera une lecture pour 600 watts, 300 watts, et 30 watts.

Si le compteur est destiné à un abonné employant des moteurs on fait un essai sur circuit inductif avec un cos φ voisin de 0,25.

On étalonne alors le compteur en agissant sur le réglage destiné au circuit inductif est constitué dans les B T par exemple par une spire en court-circuit que l'on peut soit approcher, soit éloigner du disque.

Les tolérances sont de :

+ à — 3 % à $\frac{1}{2}$, pleine charge et circuit inductif.

+ et — 5 % au $\frac{1}{20}$.

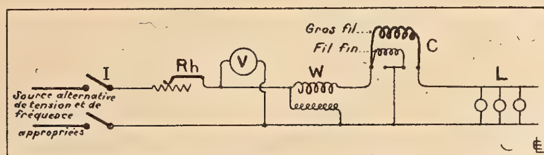


Fig. 1.

Montage à employer pour les compteurs monophasés. — On affectue le montage figure 1.

Un interrupteur I permet de mettre ou de couper le courant dans le circuit. Un rhéostat Rh (résis-

tance ou rhéostat liquide) permet de maintenir la tension constante et dont la valeur est indiquée par un voltmètre V.

Le wattmètre W indique la puissance exacte et le compteur à étalonner est placé en C.

Les lampes L permettent de faire varier la puissance absorbée.

Essais sur circuit inductif. — Un dispositif pour l'essai sur circuit inductif consiste à faire une bobine B ayant un grand nombre de spires et à l'intérieur de laquelle peut se déplacer un

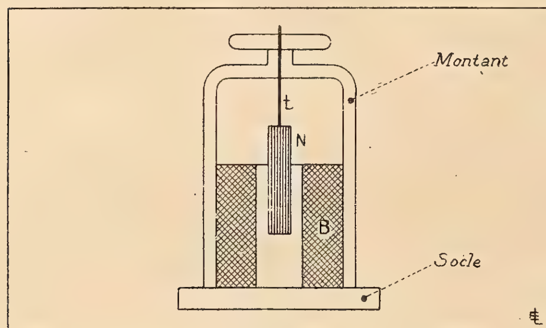


Fig. 2.

noyau en fil de fer N, maintenue au moyen d'une tige filetée t sur laquelle est mobile un volant V reposant sur une plaque métallique ou simplement en bois. En agissant sur le volant on peut soit monter soit descendre le noyau et par suite régler le décalage (fig. 2).

Ce réglage est fait une fois pour toute en mettant à la place des lampes ce dispositif et en intercalant un ampèremètre dans le circuit.

La puissance indiquée par le wattmètre est :

$$P = VI \cos \varphi.$$

D'autre part on a mesuré V et I. On a donc :

$$\cos \varphi = \frac{P}{VI}$$

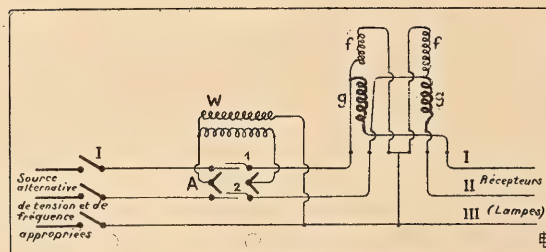


Fig. 3.

Courant triphasé. — On peut avec un seul wattmètre W et un inverseur de phase A mesurer la puissance absorbée par le circuit (méthode des 2 wattmètres).

On emploie le montage (fig. 3) :

ff fils fin du compteur.
gg gros fils du compteur.
W wattmètre étalon.
I interrupteur.
A inverseur de phase.

On commence par étalonner le compteur pont par pont, c'est-à-dire en supprimant par exemple la phase II et en réglant le compteur à pleine charge seulement.

Le compteur a un fil fin et un gros fil hors circuit. L'inverseur de phase étant sur 1, permet de lire la puissance indiquée par le wattmètre.

Ceci fait on enlève la phase I et on met la phase II, l'inverseur sur la position 2, et on refait un étalonnage à pleine charge.

On procède ensuite à l'étalonnage en triphasé en ayant bien soin lorsqu'on a compté la moitié du nombre de tour du disque que l'on s'est fixé, d'inverser A.

Soit P_1 et P_2 les puissances lues au wattmètre étalon sur chaque pont.

La puissance exacte sera :

$$P = P_1 \pm P_2$$

Essai sur circuit inductif. — On emploie 3 selfs montées en triangle ou en étoile et convenablement réglées pour un des cos φ déterminé.

Remarque. — Tenir les charges le plus exactement possible pendant la durée des lectures.

A. GARCIN, *Ingénieur I. E. G.*

TRIBUNE DES ABONNÉS

*Notre Tribune est une rubrique de renseignements mutuels ouverte à tous nos abonnés. La Rédaction de l'*Electricien *n'est pas responsable des réponses fournies. Nous prions nos lecteurs de limiter leurs demandes au domaine de la pratique industrielle.*

DEMANDES

N° 462. — Je dispose, pour des réceptions T. S. F., de deux cadres-antennes; les dimensions de ces cadres sont indiquées au croquis ci-contre (fig. 1). Pourriez-vous m'indiquer une formule simple et juste qui me permette

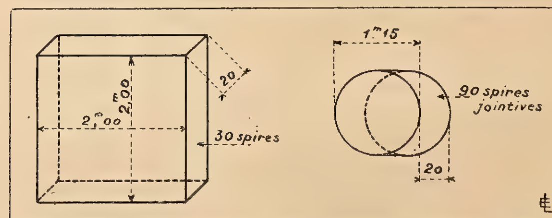


Fig. 1

de trouver la self-induction et la longueur d'onde propre de chacun de ces cadres.

Quelle serait la valeur de la capacité à monter aux

bornes du deuxième cadre pour recevoir des ondes allant jusqu'à 25.000 mètres ?

Note. — Pour le calcul des bobines d'un récepteur j'emploie la formule suivante :

$$\text{L cms} = 4\ \pi^2 \frac{a^2\, n^2}{b}\ k$$

a Rayon moyen de la bobine en centimètres.
b Longueur de la bobine en centimètres.
n Nombre total de spires.
k Constante variant comme le quotient $\frac{2a}{b}$

Cette formule est-elle juste ? Permet-elle d'arriver à une approximation suffisante ?

N° 463. — J'ai un milliampèremètre-voltmètre combiné qui permet de mesurer, pour 100 divisions, un courant de 0,1 ampère. Je voudrais l'utiliser pour mesurer des intensités jusqu'à 1 ampère. Quelle serait la valeur du shunt, à brancher au bornes, d'un pouvoir multiplicateur de 10, sachant que la résistance intérieure de l'appareil est de 8,98 ohms ?

N° 464. — Nous avons sur un tableau des lampes signaux branchées sur du courant continu et sur du courant alternatif, A défaut de vernis, celles de couleur rouge sont trempées dans de l'encre à copier. Chose curieuse, au bout de quelques semaines, les lampes alimentées par courant alternatif (42 périodes) sont redevenues claires sur toute la partie de l'ampoule à hauteur du filament, la couleur du culot et du dessus n'est pas attaquée. Les lampes montées sur courant continu conservent entièrement leur colorant bien que les lampes soient du même modèle à filament de carbone. D'où vient cette différence?

N° 465. — J'ai lu l'intéressant article d'électro-chimie de votre numéro du 1er décembre 1921, concernant l'installation d'un bain de nickelage pour petites pièces, je viens vous demander de vouloir bien me faire connaître, dans la tribune des abonnés, le meilleur procédé de dénickelage électrolytique que vous connaissez avec, si possible, indication de la formule des bains, l'intensité optimum pour dénickelage avec ou sans récupération de nickel.

N° 466. — J'aurais besoin de transformer un moteur courant alternatif diphasé en moteur courant alternatif triphasé.

1° Le rotor reste, il s'agit de modifier le stator.

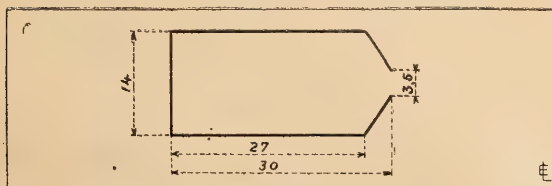


Fig. 2.

Caractéristiques du moteur :

Stator :
- 110 volts, 50 périodes, 15 HP = 11 kw,04.
- Largeur de la masse, 164 m/m.
- Diamètre intérieur, 310 m/m.
- Diamètre extérieur, 450 m/m.
- Nombre d'encoches, 48 (24 bobines).
- Par encoche, 3 fils 20/10 en parallèle (51 fils).
- Vitesse, 965 tours.

Il faut donc déterminer : 1° la nouvelle section du bobinage du stator en utilisant toutes les encoches ; 2° la vitesse.

N. B. — Le moteur transformé fonctionnera sous 220 volts, montage Y.

N° 467. — J'ai un voltmètre à bobine (110 volts) pour courant alternatif, construit pour une fréquence de 500 périodes.

Ce voltmètre haute fréquence peut-il servir avec les fréquences industrielles courantes : 25, 42, 50 périodes ?

N° 468. — Avec quel appareil peut-on vérifier si un induit ou un inducteur de dynamo ou démareur d'automobile se trouvent grillés. Probablement avec le millivoltmètre ?

N° 469. — 1° Quel est le moyen pratique d'étalonner un compteur triphasé 3 fils (montage triangle)?

2° Un compteur 3 ou 4 fils (montage étoile). Je dispose de 2 wattmètres. Y a-t-il un ouvrage traitant des compteurs ?

N° 470. — Je serais désireux d'obtenir quelques renseignements sur une question de téléphonie.

J'ai mis en service deux standards Thomson Houston (mixte) alimentés par une seule batterie d'accumulateurs, dont un est équipé pour deux lignes réseau batterie locale.

Dès le début, nous avons eu une mauvaise audition sur ces lignes réseaux alors que nos clients nous entendaient parfaitement et ceci avec tous nos postes supplémentaires, alors qu'en privé le rendement était excellent, et je puis vous certifier qu'il n'existe aucune terre tant sur les standards que sur les lignes.

De plus, les phénomènes d'induction sont fréquents et l'on arrive à communiquer avec certains postes sans qu'il soit nécessaire d'être fichés. Au point de vue canalisation, nous avons des câbles de dix paires sous caoutchouc enfermés dans du tube acier isolé.

N° 471. — Dans les branchements lumière à exécuter pour un client quels sont les avantages respectifs des canalisations placées sous tubes avec pipes d'entrées, et celles simplement constituées par des canalisations sous plomb.

N° 472. — Dans un moteur de machine à coudre, monophasé 110 volts, 1/12 HP, il m'est impossible de changer le sens de rotation soit par le jeu des connections et en

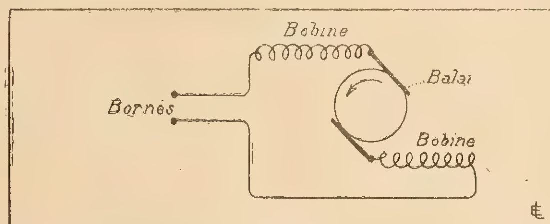


Fig. 3.

croisant les balais le moteur ne tourne pas. Un lecteur pourrait-il m'indiquer la cause et le remède (Voir schéma fig. 3).

N° 473. — Quel ouvrage pourriez-vous me conseiller où je pourrais trouver une méthode *pratique* d'organisation d'un atelier de cuivrage et nickelage des métaux usuels, fer, acier, laiton, avec la formule de composition des bains, ceci pour un travail industriel ?

N° 474. — Quelques renseignements sur le phénomène suivant remarqué à deux reprises différentes sur deux batteries d'accumulateurs pour auto ?

Ces accus d'une marque américaine (Villard) avaient, dans un élément seulement de l'électrolyte d'une densité nulle, alors que les autres possédaient bien leur bain au degré voulu. Après avoir rempli à nouveau l'élément en question avec une solution adéquate, je constatais après quelques heures de charge, que la densité du nouveau bain était retombée à zéro.

Comment expliquer ce phénomène chimique ?

N° 475. — Je désirerais quelques renseignements sur les économiseurs de courant (principe, fonctionnement).

N° 476. — Je possède quatre accumulateurs de 2 volts, 15 ampères-heure ? — Existe-t-il un moyen pratique de les recharger sur le courant du secteur (alternatif 120 volts) ? — Trouve-t-on dans le commerce de petites soupapes pour charger de 1 à 5 accus et dans quelles maisons peut-on les trouver ?

N° 477. — Qu'entend-on par le « Megger », page 19 du numéro du 1er janvier 1922, localisation d'un défaut sur un câble souterrain ?

N° 478. — Existe-t-il une brochure ou un numéro de l'*Electricien* où l'on traite de l' « Effet Corona » ?

N° 479. — Un transformateur fonctionnant à demie charge constituée par de l'éclairage, il est évident que le facteur de puissance ou secondaire est égal à 1.

Le facteur des puissance ou primaire sera aussi 1 ?

N° 480. — Pourrait-on me dire le moyen de diminuer l'induction sur une ligne téléphonique placée sur les mêmes poteaux qu'une ligne haute tension ?

Considérations sur la demande n° 366 de 1er octobre. — Sans doute, je crois que la terre établie à la carcasse du transformateur était mauvaise. Elle était constituée par une plaque de fer recouverte de poudre de charbon et enterrée à 1 1/2 m. de profondeur, et reliée à la carcasse du transformateur par un fil de fer de 3 millimètres de diamètre. Pourrait-on me dire une meilleure façon d'établir une terre ? J. R.

Demandes d'adresses de constructeurs.

N° 481. — Désirerai connaître l'adresse d'une maison, sur place Paris, vendant la nouvelle montre électrique Huguenard à pile et moteur intérieur dans boîtier de format habituel ?

N° 482. — Adresse du fabricant ou du dépositaire de : La Lanterne électrique à magnéto pour vélos, marque « Vélo Phare rapide ».

N° 483. — Pourriez-vous m'indiquer quelques fournisseurs d'une installation d'un atelier de nickelage ainsi que quelques maisons d'où je pourrais faire venir les bains pour nickelage.

RÉPONSES

N° 314 R. — Une solution *pratique* de l'emploi d'un téléphone pour localiser les isolateurs défectueux sur les lignes d'énergie est donnée dans les *Annales des P. T. T.*, n° 3 septembre 1921 (A. Dumas, éditeur, 6, rue de la Chaussée-d'Antin, 9e). M.-L. Poirier.

N° 326 R. — Peut-être chez Strauss frères et Cie, 16, boulevard Saint-Denis, 10e. M.-L. Poirier.

N° 410 R. — L'emploi d'un transformateur dont le primaire serait en série avec un des fils de la ligne du sous-sol ne me paraît pas très pratique. Avez-vous songé que la tension du secondaire, alimentant la lampe témoin, varirait avec le nombre de lampes en service ?

Voici deux moyens qui me paraissent plus intéressants :

1° Un relai R (fig. 4) constitué par un électro-aimant, a ses deux bobines en série avec un des fils de la ligne principale du sous-sol. Le courant qui laisse passer une seule lampe doit être suffisant pour que le noyau en fer doux feuilleté A attire la lamelle B en fer doux également.

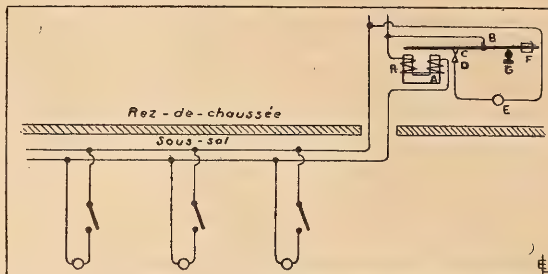


Fig. 4.

Dans cette position, les contacts C et D sont réunis et la lampe témoin E allumée. Quand le courant cesse dans la ligne sous-sol, la lamelle B, sollicitée par le contre-poids F, quitte le noyau A, les contacts C D se séparent et la lampe témoin est éteinte. Une butée G règle la distance entre la lamelle et le noyau qui doit être aussi faibe que possible.

Ce relai coûtera assez cher, car il faudra un nombre assez considérable de spires avec du fil suffisamment gros pour laisser passer l'intensité totale sans échauffement exagéré. Vous avez de l'alternatif et je crains que lorsque toutes les lampes seront allumées, il se produise dans le relai, qui est une bobine de réactance, une chute de tension qui pourrait diminuer de beaucoup l'éclat des lampes.

2° Chaque lampe devra être commandée par un interrupteur bi-polaire,

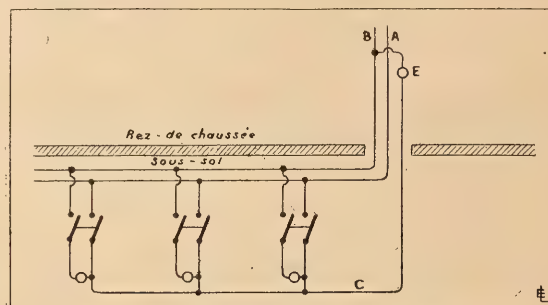


Fig. 5.

Un troisième fil C, connecté à chaque interrupteur comme le montre la figure 5, va à la lampe témoin ; le deuxième fil de celle-ci est connecté au conducteur B. La lampe témoin E est éteinte que lorsque toutes les lampes du sous-sol sont éteintes.

C. Ch.

N° 412 R. — Vous ne pourrez effectuer le démarrage en deux temps, étoile-triangle de ces moteurs, sur un réseau dont la tension composée est 190 volts, que s'ils sont construits pour fonctionner en triangle à 190 volts autrement inutile de songer à utiliser ce mode de démarrage. Dans ce cas, il faut sortir les six extrémités des enroulements du stator, les trois entrées et les trois sorties. Repérer les fils en se souvenant que si le moteur est en

étoile, les trois extrémités libres sont de même nom, de même que les trois extrémités réunies au point neutre. Si au contraire le bobinage du stator est en triangle, les points d'arrivée du courant communs à deux enroulements sont de noms contraires.

Une fois les six extrémités des enroulements sorties et repérées, on peut effectuer le démarrage en deux temps étoile-triangle à l'aide d'un commutateur hexapolaire à deux directions (fig. 6).

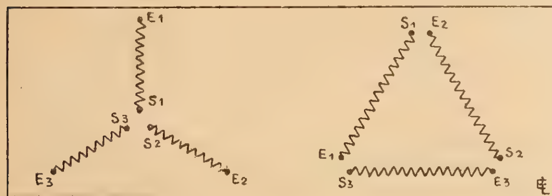


Fig. 6.

Le premier temps (démarrage) branche les enroulements en étoile sur la tension composée, le deuxième temps (marche) branche ces mêmes enroulements en triangle, voilà pourquoi le moteur doit-être construit pour fonctionner en triangle sur la tension composée du réseau.

Le premier temps (démarrage) a lieu pour les six couteaux de l'inverseur à la position inférieure (figurés en rouge sur le schéma). On voit alors que le courant du secteur arrive au moteur par les extrémités E_1 E_2 E_3 du moteur, les trois autres extrémités S_1 S_2 S_3 sont réunies ensemble au point neutre réalisé sur les trois plots de gauche en bas de l'inverseur (fig. 7.)

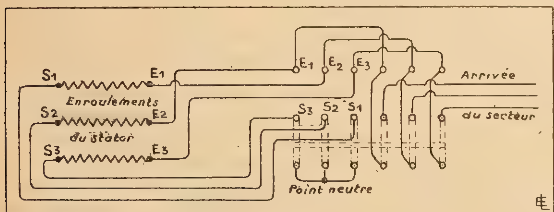


Fig. 7.

Quand le moteur a pris sa vitesse, ce qui s'entend très bien, on passe rapidement sur la position marche (en haut de l'inverseur); le courant du secteur arrive alors aux trois bornes en haut et à gauche de l'inverseur qui réunit automatiquement les bornes du stator E_2 S_3, — E_1 S_2, — E_3 S_1 ce qui constitue le groupement en triangle.

E. F.

N° 412 R. — La question n'offre pas de difficulté : il faut d'abord mettre sur vos moteurs une plaque de connexions munies de 6 bornes. Vous ferez passer les fils allant aux bornes par les vides des flasques, ou par des trous que vous aurez percés, dans un endroit quelconque de la carcasse fonte, il faudrait isoler sérieusement le fil au passage de ces trous et faire en sorte de ne pas abîmer le bobinage en les perçant.

Je pense que vos moteurs doivent être couplés en Δ (fig. 8); dans ce cas, il faudra débrancher les points A, B, C, de façon à avoir 3 entrées et 3 sorties de bobine.

Dans le cas du couplage en étoile, débrancher au point O pour avoir les 3 bouts libres (fig, 9). Vous remonterez les connexions comme sur le schéma 10, ce qui vous permettra de faire facilement les 2 couplages.

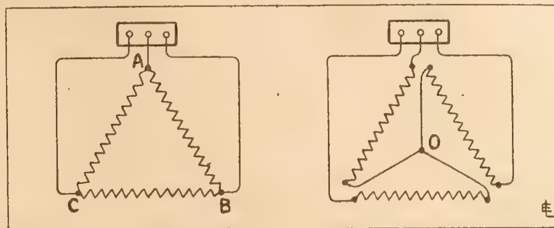


Fig. 8. Fig. 9.

1er triangle (110 volts), relier les bornes 1′ et 1, 2′ et 2, 3′ et 3 entre elles et appliquer la tension sur 1, 2 et 3.

2e étoile (190 volts), relier les bornes 1′, 2′ et 3′ entre elles et appliquer la tension sur 1, 2 et 3.

Paul Cornice.

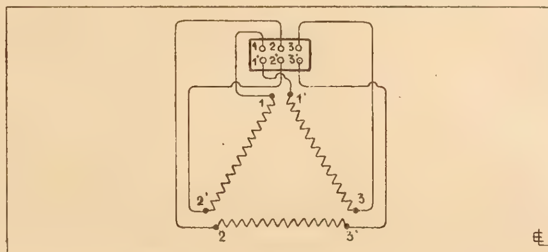


Fig. 10.

N° 423 R. — Votre moteur (40 HP) est arrêté brusquement. Il se produit un fort extra-courant de rupture par suite de la self du transformateur. Ce courant réagissant par l'intermédiaire du circuit magnétique sur l'enroulement primaire du transformateur, y produit une surintensité que ne supportent pas les plombs.

A la mise en marche, le courant étant admis au moteur petit à petit ce phénomène est moins fort. Si vous pouviez arrêter le moteur en diminuant progressivement le courant qui l'alimente, les plombs ne sauteraient pas.

P. Th.

N° 423. R. — Nous supposons qu'au moment de la rupture du courant B. T. un des couteaux de l'interrupteur tripolaire est en retard sur les deux autres et reste enclanché un instant. A ce moment, l'extra courant de rupture qui dépend de la self du transformateur augmentée de celle du moteur encore relié par une phase, induit dans le primaire un courant suffisant pour faire sauter les plombs (le primaire formant un circuit résistant, mais néanmoins bouclé). L'induit du moteur concourt lui aussi à cet effet, si l'on a pas ramené le rhéostat de démarrage à zéro.

Cette explication très élémentaire permet d'indiquer les remèdes. 1° Vérifier le bon isolement de la haute tension; 2° couper le moteur après avoir ramené le rhéostat de démarrage à zéro; 3° vérifier que les trois couteaux de l'interrupteur tripolaire (ou leurs contacts) fonctionnent très exactement ensemble à la coupure; 4° introduire une résistance entre moteur et transformateur au moment de la coupure, puis couper franchement (cette résistance devant amoindrir le courant de self) on conçoit de suite le principe du dispositif : un interrupteur à deux temps shuntant la résistance en marche, la mettant en service au premier temps de coupure, et mettant tout hors circuit au deuxième temps.

A la mise en route cet effet de self est inversé, et si le

rhéostat de démarrage est prévu pour une intensité convenable il n'y a pas de raison pour que l'accident signalé se produise. Pierre Burdin.

N° 425 R. — Les établissements Randegger et Niestlé, 188, boulevard Voltaire, 11e, installent des souffleries à commande électrique pour jeux d'orgues. — M. L. Poirier.

N° 427 R. — La section du câble à employer est de 270m/m² soit un diamètre de 18m/m6 (conducteur en cuivre).

Pour diminuer vos pertes, si votre compteur est branché au départ de votre ligne, vous pouvez employer 4 conducteurs, 2 aller et 2 retour de 9m/m3 de diamètre l'effet RI^2 sera diminué dans le rapport de 1 à 4. B.

N. 427 R. — A mon avis, la solution la plus économique serait de produire une tension assez élevée 500 volts, par exemple, et alimenter votre moteur sous 450, soit une perte de 15 à 16 par km. Vous pourriez construire votre ligne en 40 1/10, soit 12 millim. 25 de section, qui vous coûterait, suivant cours, 2.500 à 3.000 fr.

Dans le 1er cas, la perte de puissance serait de 54 A × 10 volts = 540 watts.

Dans le 2e cas, elle serait de 13 A × 50 volts = 650 watts.

Soit une perte insignifiante de 100 watts pour des frais dix fois moindre. P. Cornice.

N° 428 R. — Je connais un petit appareil statique qui tout en ne répondant pas tout à fait à la question pourrait cependant être utilisé en ce cas. Il est appelé sauf erreur « self-extinctor » et vendu par l'Electro Matériel à Paris (Kelleys Patented). Il produit alternativement l'éclairage complet et la mise en veilleuse d'une lampe ou d'un groupe de lampes. En combinant deux ou plusieurs de ces petits appareils on peut réaliser divers effets de lumière. E. M. T.

N° 428 R. — Des interrupteurs automatiques spéciaux pour enseignes lumineuses sont construits par les « Etablissements Soulat frères », 25, rue Michel-le-Comte, Paris 3e, et « Autorupteur », 5, rue des Récollets, Paris 10e. M.-L. Poirier.

N° 429 R. — La marche en génératrice d'un moteur asynchrone n'est possible qu'autant que l'on a à sa dispention du courant déwaté sous tension normale et en plus il faut entraîner le rotor à une vitesse supérieure à la vitesse normale (à vide) du rotor marche en moteur.

Je puis vous faire une étude complète de cette marche, m'écrire par l'intermédiaire du journal. B.

N° 430 R. — La corne magnétique est due à la réaction d'induit. Dans une génératrice en charge, l'induit devient un véritable électro-aimant donnant naissance à un flux dont la direction est perpendiculaire à la direction du flux inducteur, ces flux en se composant saturent les cornes de sortie et diminuent le flux inducteur aux cornes d'entrées, ou inclinent les cornes d'entrées ou de sorties pour diminuer la longueur de la ligne de force. Le sifflement est dû aux variations de flux. B.

N° 434 R. — Par quantités à la Maison Srauss frères, 16, boulevard Saint-Denis, Paris 10e. M.-L. Poirier.

N° 435. R. — Vous pourriez vous adresser pour ces pièces de forge chez M. Edmond Baily, constructeur, à Trith-Saint-Léger (Le Poirier) Nord.

N° 439 R. — Les lampes à incandescence à filament métallique usagé sont reprises par la Société « Aladin », 16, rue Vivienne, 2e. M.-L. Poirier.

N° 440 R. — La Société d'électricité « Mors », 28, rue de la Bienfaisance, 8e, construit le manchon de jonction torsadé « Fodor » et l'outil spécial de fixation. M.-L. Poirier.

N° 442 R. — *Prise de terre de parafoudre sur une chaudière à vapeur.* — L'installation proposée semble imprudente à plusieurs égards :

1° Si, accidentellement, le parafoudre est en mauvais état ou même normalement (parafoudre à jet d'eau) un courant peut passer en permanence à la terre par l'intermédiaire de la chaudière. Or, une enquête officielle a déjà attribué, à la corrosion très rapide des tôles par l'électrolyse provenant d'une telle prise de terre, l'explosion d'une chaudière d'usine électrique.

2° Les joints des conduites d'eau et de vapeur ne sont pas toujours de bons conducteurs électriques. Les tubes en fer opposent une très grande résistance (par effet pelliculaire) aux décharges athmosphériques qui sont à très haute fréquence.

3° Les carneaux des chaudières en chômage contiennent souvent des mélanges gazeux explosifs (air, oxyde de carbone, hydrocarbures, suie fine et sèche) en cas d'orage, les étincelles peuvent y déterminer des explosions qui, quoique souvent peu graves, disloquent les maçonneries ou blessent le personnel.

D'ailleurs, on peut établir à peu de frais une terre spéciale pour les parafoudres (voyez un traité d'installation). Une prise de terre de ce genre peut avoir de $\frac{1}{2}$ à 20 ohms suivant l'humidité et la composition du sol. L. B.

N° 444 R. — Rien ne s'y oppose. En prenant un câble ne *cuivre étiré dur*, on aura une flèche de 2 mètres pour un tirage de 680 kg et 1m25 pour 1.100 kg. Ces 2 flèches correspondent à 2 températures extrêmes différentes de 50° centigrades; choisir une tension intermédiaire suivant la température au moment de la pose. On peut tendre beaucoup moins si la disposition des lieux le permet ; ainsi on aurait une flèche de 4 mètres pour 340 kg et de 10 mètres pour 140 kg. Distance de 2 câbles, pour 2 mètres de flèches 0m50, pour 10 mètres de flèches 0m80. L. B.

N° 449 R. — Je puis fournir les plans demandés si le questionneur veut bien me dire les caractéristiques et l'usage de la locomotive, le degré de détail des dessins, etc. — Bescond, 67, rue de Paris, Clamart.

N° 451 R. — *Groupe électrogène donnant une lumière oscillante.* — Il faut chercher la cause des vascillations de lumière. Pour celà on peut mesurer leur nombre par minute (En les comptant par exemple pendant 10 minutes, montre en main).

Si ce nombre est égal au nombre de tours par minute du moteur ou à un multiple ou sous multiple, on peut accuser l'irrégularité de ce dernier qui possède un volant trop léger. — En mettre un plus lourd.

Comparer pareillement ce nombre d'oscillations de la lumière aux battements de la courroie, à la fréquence de passage du joint sur les poulies, à la vitesse de la dynamo pour trouver le ou la coupable.

On peut encore remédier au défaut constaté par le montage d'une batterie tampon, mais la capacité indiquée : 25 A.H. semble bien faible en tout cas, c'est un moyen couteux. L. B.

N° 452 R. — *Survolteur dévolteur pour contrôle de vitesse.* Voyez *La Technique moderne*, fascicule VI (supplément au numéro du 15 décembre 1913) page 22.

N° 477 R. — Le Megger est un appareil pour mesure des résistances, principe du pont de Wheatstone.

N° 478 R. — Voyez *l'Electricien*, 1er décembre 1921, p. 540.

Le Gérant : L. De Soye

38e Année. — No 1293 1er Février 1922

L'ÉLECTRICIEN

Rédacteur en chef : Maurice SOUBRIER
Secrétaire général : L.-D. Fourcault

DUNOD, Éditeur. 49, quai des Grands-Augustins, PARIS, VIe. — *Tél.* : GOB. 19-38 et 53-01

L'ETAT ACTUEL
ET
les progrès de la télégraphie et de la téléphonie sans fil
EN 1921

Bien que des découvertes vraiment importantes ne soient pas venues à jour durant l'année 1921, la télégraphie et la téléphonie sans fil prennent chaque jour de plus en plus d'importance et des développement inespérés; les résultats obtenus encouragent les plus grands espoirs et c'est désormais une nouvelle science qui est née que celle de la transmission sans fil.

La transmission sans fil approche presque de la perfection pour les signaux télégraphiques, demain la téléphonie sans fil aux grandes distances va révolutionner la technique des communications et bientôt la télémécanique sans fil, qui a déjà donné des résultats intéressants, réalisera des possibilités insoupçonnées et qui semblaient être du domaine de l'imagination il y a peu d'années.

Nous dirons également deux mots du transport de l'énergie à distance sans fil, qui bien qu'abordant un problème déjà beaucoup plus compliqué, n'empêche pas d'avoir de grandes espérances pour l'avenir, toutefois assez lointain.

I. — TRANSMISSION

Les développements de la T. S. F. depuis un an sont nés de la multitude des ressources offertes par les différents appareils utilisés depuis la guerre. Les progrès énormes réalisés dans la technique de cette science ont permis d'entrevoir et de réaliser des possibilités commerciales pleines d'avenir.

Nous devons dire que, sous l'inspiration d'un groupe d'hommes bien éclairés, qui ont su réunir et coordonner des ressources financières, scientifiques et politiques, la France est en train de prendre le premier rang parmi toutes les nations dans la technique de la télégraphie sans fil.

Nul n'ignore combien actuellement tous les câbles de tous les pays sont surchargés de télégrammes qui restent souvent un ou deux jours en souffrance et combien la France est tributaire des câbles étrangers pour son trafic commercial aussi bien que pour ses liaisons avec les colonies.

Rien n'est donc plus funeste aux affaires commerciales et politiques que cette dépendance de l'étranger ; aussi n'a-t-on pas tardé à établir un programme de postes reliant toutes les colonies à la métropole, et ensuite d'établir les liaisons entre la France à tous les points du globe si éloignés soient-ils. C'est ainsi que sont en construction actuellement les postes de Bamako, Brazzaville, Tananarive, Saïgon, Tahïti qui seront dotés de tous les perfectionnements modernes comme les alternateurs à haute fréquence et la transmission et réception automatique dès que l'importance du trafic le permettra.

En France plusieurs postes sont en construction dans le midi, le principal, celui de Bordeaux, sera bientôt doté, en plus des arcs de 400 kilowatts qu'il possède déjà, de deux alternateurs à haute fréquence de 500 kilowatts chacun.

Bien que les postes de la Tour Eiffel, de Lyon, de Nantes et de Bordeaux soient sur le point de fonctionner à plein rendement, pour les besoins de la guerre, de la marine, ou du commerce, le besoin s'est fait sentir de la construction d'une autre station ultra-puissante et ultra-moderne, à proximité de Paris.

Cette station, située à Sainte-Assise près de Melun, comportera les installations suivantes dont l'ensemble formera le centre Radio-Electrique de Paris :

1° *Une station intercontinentale* comprenant : une antenne en nappe d'environ 2 kilomètres de longueur, constituée de 2 L renversés et supportée par 16 pylones haubanés de 250 mètres de hauteur, et un groupe d'émission de 2 alternateurs à haute fréquence, de 500 kilowatts chacun, pouvant être couplés, ce qui donnera une puissance dans l'antenne de 1.000 kilowatts, ce qui dépasse de beaucoup tout ce qui a été réalisé jusqu'ici. L'installation comportera un poste central de manœuvre permettant de mettre en jeu dans l'antenne la puissance voulue (comprise entre 200 et 1.500 kilowatts) pour la distance de transmission. Disons que la superficie couverte par cette grande antenne sera de *1 million* de mètres carrés, ainsi avec cette puissance la transmission pourra se faire avec tous les points du globe, quels que soient les saisons, le temps ou les intempéries.

2° Une station *continentale* avec antenne en double cône sur mât haubané de 250 mètres de haut, et permettant la liaison avec tous les postes Européens ; cette antenne recevra de 1 kilowatt à 100 suivant la distance de transmission.

3° Une station avec grosses lampes d'émission, de plusieurs kilowatts pour les liaisons européennes par téléphone sans fil, et qui, pour l'instant, est réservée au trafic Paris-Londres, lequel se fait actuellement régulièrement tous les jours ;

4° Deux centres de réception situés à Villecresnes, à quelques kilomètres de Sainte-Assise, munis de tous les appareils modernes de réception ;

5° Le bureau central de Paris, qui commandera par lignes spéciales les postes de transmission, au moyen de plusieurs transmetteurs téléphoniques Baudot.

Cette transmission sera automatique ou à la main.

Le château de Sainte-Assise recevra les différents services d'études et d'exploitation, à proximité desquels se trouveront les usines génératrices de secours pour les différents postes.

On voit ainsi l'installation grandiose, dont, à l'heure actuelle, les travaux sont poussés activement. Nous devons ajouter qu'en Amérique, où la société Marconi fusionnée avec la G. E. C. (pour la T. S. F.) a formé la Radio-corporation of America, un grand poste analogue est en projet ; il comprendra plusieurs stations situées à proximité de New-York et pouvant travailler, soit sur plusieurs antennes séparées, soit sur celles-ci réunies ensemble pour n'en former qu'une, et pouvant transmettre à la fois en multiplex, c'est-à-dire sur des longueurs d'onde différentes.

Disons toutefois que la puissance mise en jeu n'atteindra pas celle de Paris.

A ce sujet nous devons insister sur la puissance mise en jeu dans une antenne, elle s'exprime de la façon suivante :

$$P = R\ I^2$$

ou I en ampère est l'intensité à la base de l'antenne, P la puissance en watts dépensée dans l'antenne, R la résistance effective de l'antenne en ohms, mais cette résistance difficile à évaluer directement, comprend la résistance des prises de terre, la résistance de haute fréquence dans les haubans, la résistance due à la radiation de l'énergie et la résistance aux pertes dans les conducteurs voisins.

Pour de petites entennes terrestres (en nappe ou parapluie) elle est de l'ordre de 8 à 11 ohms (5 environ pour les navires, et pour les grandes antennes des stations ultra-puissantes elle va depuis 2 ohms jusqu'à une fraction d'ohms.

Et même actuellement, on arrive encore à réduire les résistances d'antennes par un procédé spécial (contre-poids).

Les résistances de ces antennes peuvent néanmoins se calculer par comparaison en faisant débiter l'antenne sur un circuit oscillant comprenant capacité, self et résistance, et en obtenant la résonance.

Ainsi si un poste transmetteur, d'amateur par

exemple, met à la base d'une antenne un courant de un ampère (mesuré avec ampèremètre thermique étalonné par la haute fréquence) dans une antenne terrestre en nappe, on a environ :

$$P = 10\ I^2 = 10 \text{ watts}$$

les puissances des gros postes se comptent en kilowatts, on se rend compte du courant débité dans l'antenne et rayonnant dans tout l'espace.

Ainsi pour l'antenne de Lyon, on a approximativement pour le courant dans l'antenne ($R = 2\ \omega$. environ $P = 200$ kw.)

$$I = \frac{P}{R} = \frac{200.000}{2} = 330 \text{ ampères environ.}$$

Ces formules ne sont d'ailleurs exactes que pour la résonance, c'est-à-dire quand l'antenne est accordée sur la longueur d'onde de transmission.

On doit ajouter que la résistance R dépend de la longueur d'onde employée, elle n'est pas la même pour 10.000 mètres que pour 25.000 mètres.

Les pylones métalliques, leurs haubans, les bâtiments voisins, la forme de l'antenne, de la prise de terre, ainsi que la nature de celle-ci interviennent en premier lieu pour modifier la valeur de R.

Quand il s'agit de grosses stations, mettant par exemple 300 ampères dans une antenne, la plus petite amélioration à la prise de terre et à l'isolement électrique des pylones et de leurs haubans peut faire augmenter cette intensité de 25 ou 80 ampères, ce qui est loin d'être négligeable.

Tous les grands postes désormais seront munis de ces machines qui. comme simplicité, bon fonctionnement et rendement, dépassent de beaucoup le type américain d'Alexanderson et le type Télefunken.

Nous devons ajouter que les alternateurs donnant 25 kilowatts et 50 kilowatts dans une antenne sont actuellement construits en grande série et que ceux de 100, 200 et 500 kilowatts se construisent par dizaines.

Nous espérons prochainement donner une description des alternateurs à haute fréquence, dont l'avenir semble ne pas devoir se borner à la T. S. F. uniquement.

Postes à arc : Les postes à arcs durant ces derniers temps ont continué à se développer, surtout pour les grosses puissances. Les arcs de 200, 300, 450 kilowatts existent en plusieurs exemplaires et donnent aussi de bons résultats.

Le système est connu et il n'y a rien de nouveau quant au fonctionnement. L'arc éclate dans une atmosphère de vapeur d'alcool ou de pétrole, ce dernier nécessitant des nettoyages journaliers.

L'arc ne peut, jusqu'à présent, être utilisé pour les petites longueurs d'ondes par exemple inférieures à 1.500 mètres, ce qui restreint son emploi aux grands postes uniquement.

L'arc possède toujours un gros inconvénient qui est l'onde de compensation : la manipulation se faisant en court-circuitant une faible portion de la self d'antenne (quelques spires). Pour des puissances jusqu'à 40 kilowatts, on arrive cependant à supprimer cet ennui en utilisant uu circuit fermé comprenant condensateurs, bobines de self et résistances spéciales, sur lequel l'antenne débite pendant que l'on ne manipule pas. Ce « circuit fictif », comme on l'appelle, a le désavantage d'être encombrant et de coûter très cher.

Nous devons dire, à propos des arcs, que la puissance ne s'exprime pas de la même façon que pour les alternateurs H. F. : tandis que pour ces derniers la puissance en kilowatts donne bien la puissance en haute fréquence dépensée dans l'antenne, pour les arcs le chiffre de kilowatts indiqué donne la puissance « fournie » par la machine alimentant l'arc, et la puissance absorbée par l'antenne n'est que de 30 à 40 % de la puissance précédente, ainsi par exemple : un arc de 400 kilowatts veut dire un arc alimenté par une machine donnant 400 kw, mais dans l'antenne on n'obtient que

$$400 \times 0{,}40 = 160 \text{ kilowatts.}$$

Tandis que un alternateur H. F. de 200 kilowatts donne réellement 200 kilowatts antenne, mais doit être alimenté par une machine de

$$\frac{200}{0{,}56} = 360 \text{ kilowatts,}$$

56/100 étant le rendement de ces gros alternateurs H. F.

Actuellement encore on installe des stations à arcs, comme la grande station du Caire pour le gouvernement anglais.

Tubes à vide. Téléphonie sans fil : (Voir plus loin la réception). — Les tubes à vide ont été très étudiés depuis plusieurs mois, il a été donné quantité de schémas et de systèmes différents parmi lesquels le technicien doit s'efforcer d'en tirer les meilleurs ; l'on doit dire que les études se poursuivent de toutes parts et promettent encore des surprises.

On doit constater malheureusement que ce sont surtout les Anglais qui ont depuis un an étudié et donné des théories mathématiques des audions. Un des points les plus étudiés sont la rétroaction et la discussion des circuits d'Armstrong qui sont véritablement une trouvaille merveilleuse et qui constituent en quelque sorte maintenant une partie de la « grammaire » des audions que tout radio doit connaître.

Dans les tubes à vide pour transmission, on s'est efforcé surtout d'améliorer la fabrication et d'augmenter la puissance fournie. Depuis les petites lampes du type de la radio-télégraphie militaire qui peuvent donner quelques watts de puissance haute fréquence, on obtient couramment des lampes donnant 200, 500, 700, 1.000 watts (par lampe) dans un circuit oscillant et que l'on alimente sous plusieurs milliers de volts (jusqu'à 10.000 et même 15.000 volts). Ces hautes tensions en courant continu sont obtenues en partant de courant alternatif (50 périodes) dont on élève la tension par le transformateur industriel. On redresse le courant alternatif obtenu par une combinaison de valves à 2 électrodes qui utilisent les 2 alternateurs du courant.

On met plusieurs oscillatrices en parallèle, et en moyenne on utilise autant de lampes valves que de lampes oscillatrices.

On essaye déjà des lampes donnant 2 kilowatts de puissance oscillante et on étudie une lampe pouvant donner jusqu'à 25 et 50 kilowatts. Cet appareil devient alors une véritable machine à haute fréquence qu'il faut étudier tout spécialement : l'enveloppe sera en acier, avec refroidissement par eau et circulateur, appareil à mesurer et à entretenir le vide et appareil destiné à protéger le filament (il y aura même un filament de rechange). Ces appareils nécessitent des précautions tout à fait spéciales pour maintenir aux hautes températures l'isolement, le vide, ainsi que les dilatations (plaques ondulées et filaments montés sur ressorts). On doit ajouter que ces lampes reviennent extrêmement cher, des lampes de 300 watts environ coûtent plusieurs centaines de francs, mais nul doute que, avec les grosses lampes que nous réserve l'avenir, on arrive à obtenir des appareils extraordinaires.

Il faut remarquer que les grandes puissances obtenues avec de la haute fréquence (30.000 périodes par seconde pour les alternateurs H. F. et jusqu'à plusieurs centaines de mille pour les lampes) pourront servir à d'autres applications que la T. S. F. : l'électro-métallurgie en haute fréquence offre par exemple un intérêt tout particulier sans compter toutes les applications où il est nécessaire de produire à distance et par induction des phénomènes électriques intenses.

Au point de vue de la téléphonie sans fil, on construit maintenans des petits postes avec lampes genre R. M. qui, mettant dans une antenne d'amateur un courant de 1 ampère, permet la transmission à 100 kilomètres en téléphonie, au moyen d'un amplificateur spécial (à résonnance de la rétroaction). Tous les avions de la ligne aérienne Paris-Londres vont être équipés avec des appareils émettant environ 2 ampères sur antenne d'avion et permettant de pouvoir téléphoner avec Paris et Londres à n'importe quelle distance de leur trajet.

On a réalisé également la téléphonie Duplex, c'est-à-dire celle qui permet avec la même antenne de transmettre et d'écouter en même temps, sans avoir aucune manœuvre à faire. Le système employé par les Allemands consiste à utiliser 2 longueurs d'onde différente pour transmettre et pour recevoir.

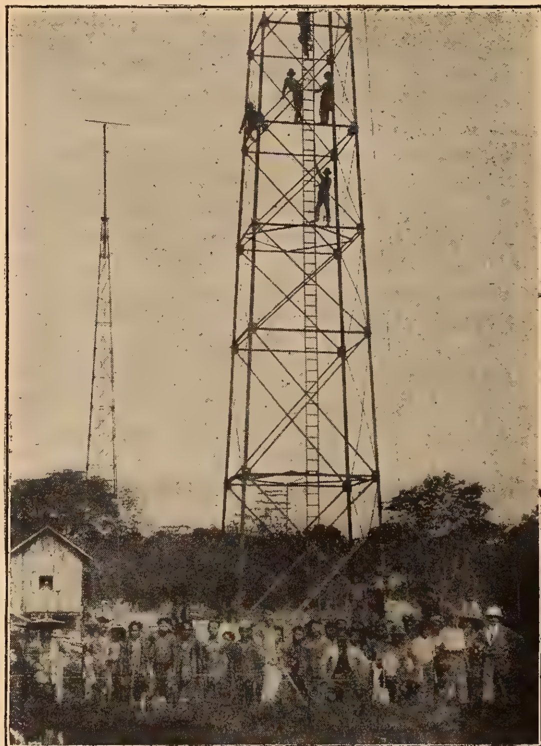


Fig. 1. — Installation d'un poste colonial de T. S. F., montage de pylones d'antenne à Borneo.

Un autre système consiste à n'émettre l'énergie dans l'antenne que quand le microphone est influencé par la parole. D'autres systèmes sont aussi essayés et sont sur le point d'aboutir, ce qui donnera à la téléphonie sans fil un avantage considérable.

Des essais de téléphonie dans les deux sens, à bord d'avions ou de dirigeables ont été faits et permettent de penser que la solution, au point de vue téléphonie sans fil, d'un problème important est celui d'un dispositif d'appel qui attire l'atten-

tion du correspondant quand on désire causer avec lui.

Dans le système Marconi par exemple, au poste transmetteur, au moyen d'un dispositif mécanique, on émet une succession régulière de points, environ 150 à 200 points par minute du poste récepteur, un amplificateur actionne une sorte de relai électromagnétique qui agit sur un balancier dont la période d'oscillation est justement celle des points émis. Il se produit donc une résonnance mécanique qui, au bout de quelques secondes, formerait une sonnerie d'appel. Ce système ne fonctionne pas encore parfaitement et laisse la porte ouverte aux chercheurs.

Dernièrement, pendant la réunion du conseil de la ligue des Nations, à Genève, Marconi a pu causer, d'un téléphone du réseau de Genève, avec une autre personne écoutant au réseau de Londres. Il transmettait avec un poste de 6 kilowatts.

On voit déjà que la téléphonie sans fil commence à entrer dans des possibilités pratiques et commerciales. Les essais se poursuivent pour faire de la téléphonie avec les postes puissants à lampes qui sont en construction et même avec les alternateurs H. F. Disons que le problème est très ardu, car il s'agit de contrôler au moyen de quelques millièmes d'ampères du microphone des courants d'antennes de plusieurs dizaines et même de plusieurs centaines d'ampères.

Le problème n'est pas insoluble et passionne actuellement tous ceux qui s'intéressent à la radio, car au jour prochain où l'on pourra téléphoner sans fil non seulement en pleine mer, mais en Amérique et enfin à tous les continents, on pourra dire que la téléphonie sans fil a pu largement dépasser tout ce qu'on pouvait espérer.

Remarque. — Pendant la rédaction de cet article un fait nouveau est apparu : il y a actuellement tous les jours des émissions de téléphonie sans fil faites par la Tour Eiffel de 16 h. 30 à 17 heures, sur 2.600 mètres. Il est excessivement facile de les recevoir sans aucune antenne, mais sur cadre dans Paris et la grande banlieue, où on peut la recevoir en haut parleur. Des concerts ont eu lieu ainsi à Lille et à Bruxelles. Prochainement ces émissions auront lieu le soir et tout le monde pourra les recevoir : écouter la musique, les dernières nouvelles de presse et le temps pour le lendemain.

Cette téléphonie peut s'entendre jusqu'au Maroc. Elle est faite avec 6 grosses lampes de 300 watts sous 2.000 volts. On a de 5 à 6 ampères dans l'antenne de la Tour.

On voit que la téléphonie sans fil peut recevoir des applications insoupçonnées !

II. — RÉCEPTION

Au point de vue *réception*, quantité de problèmes se posent, car s'il est vrai que la transmission est la première question à envisager pour la liaison sans fil, on peut dire néanmoins que toute liaison ne vaut que par sa réception. Il est absurde de parler de la portée d'un poste si l'on ne spécifie pas avec quelle antenne et surtout avec quels amplificateurs on le reçoit. Disons de suite que parmi les prodiges actuels de la réception, on peut citer les deux suivants :

1° Avec un cadre de 2 mètres de côté, il est facile de recevoir dans un appartement les principaux postes de l'Océanie : Tahiti, les îles Philippines, Havaï, l'île de Java (Bandoeng), etc., et ceci en utilisant par exemple un amplificateur à résistance à 6 ou 8 lampes, ou bien un amplificateur à 6 lampes à transformateurs et à résonance (plus 1 hétérodyne).

2° Il est possible maintenant à tout amateur de recevoir les grands postes américains au moyen d'une toute petite antenne et d'une seule lampe.

On utilise alors au maximum toutes les ressources offertes par l'emploi de tubes à vide, c'est-à-dire que la même lampe amplifie en haute fréquence avec rétroaction, résonance du circuit plaque sur la longueur d'onde à recevoir, détection et amplification en basse fréquence par la même lampe (avec une hétérodyne séparée pour les grandes longueurs d'onde). A ce sujet, on doit remarquer que pour celles-ci, il est mauvais d'utiliser la même lampe comme autodyne, car la longueur d'onde du secondaire de réception accordée a besoin d'être modifiée d'une trop grande quantité pour que la lampe fonctionnant en autodyne produise des battements à une fréquence musicale.

En effet, soit une longueur d'onde à recevoir de 20.000 mètres par exemple, c'est-à-dire une fréquence de 15.000 périodes par seconde, et supposons des battements correspondant à une fréquence de 1.000 périodes, notre lampe autodyne devant produire par exemple :

$$15.000 - 1.000 = 14.000 \text{ périodes},$$

soit une longueur d'onde de 21.400 mètres, le circuit secondaire devant être alors accordé sur 21.400 mètres, le déréglage avec 20.000 mètres est trop considérable et on est alors trop loin de l'accord, on n'entend presque plus rien. En résumé, la lampe autodyne n'est avantageuse que pour les petites et moyennes longueurs d'onde. Mais l'emploi de la rétroaction, qui permet le fonctionnement en autodyne, permet un montage des plus intéressants : il consiste à recevoir un poste éloigné avec un montage autodyne, mais sans utiliser

***

l'accrochage de ces oscillations locales, qui seront alors produites par une hétérodyne séparée. Ensuite, quand le réglage de la note est obtenu, on règle le couplage de la rétroaction de façon à s'approcher le plus possible du point critique, c'est-à-dire du point où le poste fonctionne en autodyne. On obtiendra alors un renforcement considérable de la réception.

Dans tous ces montages, on ne doit pas oublier que l'une quelconque des batteries 4 volts ou 80 volts de l'hétérodyne doit être distincte de celle qui alimente l'amplificateur, à moins de précautions spéciales.

Au point de vue amplificateurs, ceux à résistances et à transformateurs rivalisent toujours et conviennent, les uns ou les autres, suivant le but que l'on veut obtenir. Les uns comme les autres permettent les très grandes amplifications nécessaires pour la réception sur cadre, et il n'y a pour l'instant rien de bien nouveau à ce sujet; les amplificateurs à résonance (à transformateurs) où chaque lampe avant la détection comprend un circuit oscillant réglable par condensateur sur la longueur d'onde de réception permettent des réceptions syntonisées extraordinaires. Ces appareils utilisent en somme les fameux circuits intermédiaires ou « multiple tuner » de Marconi où l'on a adopté les propriétés amplificatrices des lampes.

Une grande amélioration dans la réception a été aussi l'emploi des amplificateurs basse-fréquence à résonance, c'est-à-dire d'appareils où sur chaque étage basse-fréquence se trouve un circuit oscillant avec un condenseur à grande capacité qui permet de faire une résonance sur la fréquence acoustique due aux battements de l'hétérodyne (par exemple 800 ou 1.000 périodes par seconde).

Bien que cela paraisse extraordinaire, on est arrivé à réaliser, par des transformateurs spéciaux, une résonance acoustique excessivement aiguë; celle-ci permet une augmentation de l'amplification qui, devenue suffisante, peut agir acoustiquement sur un diaphragme enregistreur de phonographe; ce système permet ainsi la réception à grande vitesse; pour le déchiffrage, on fait tourner le disque à petite vitesse; c'est ce système qui est actuellement utilisé pour le trafic Paris-Londres par le bureau central de « Radio-France » du boulevard Haussmann.

Ces systèmes d'amplificateurs à résonance en haute et basse fréquence ont permis de réaliser le tour de force radiotélégraphique suivant : il est possible de recevoir à Paris en haut-parleur, sans antenne ni cadre, les grands postes américains, pendant que la tour Eiffel transmet, sans être aucunement gênée par elle, et également de les recevoir photographiquement sur un oscillographe, quelle que soit la vitesse de transmission tout en n'enregistrant pas l'émission de la Tour. On voit ainsi combien le système et l'amplification sont prodigieuses.

Le probleme de la réception vient de recevoir un nouveau et très important perfectionnement : c'est celui des lampes amplificatrices à très faible consommation.

Une lampe ordinaire de réception consomme 0 a.,7 environ, on vient de construire des lampes ne consommant que 0, a 15, pour une même amplification. Ainsi trois lampes consomment 0 a., 5 et deux de ces lampes peuvent être alimentées par une pile de lampe de poche. On est même arrivé à six lampes pour 0 a., 15. On comprend toute l'importance de ceci, et les nombreux amateurs s'en réjouiront grandement, mais il reste encore à abaisser le prix des lampes.

Les études se poursuivent sur d'autres systèmes de disposition de lampes de réception, dernièrement Fleming vient de construire une lampe (1) à 4 électrodes disposées d'une façon intéressante, il paraît que l'effet amplificateur est renforcé, ainsi que l'effet redresseur, ce qui permettrait d'alimenter directement un relais. Les tubes à vide nous promettent encore bien des surprises, et nul doute que l'on arrive à obtenir de ces lampes des caractéristiques et des propriété aussi bizarres que leur construction.

Commandes par T. S. F. — Tout perfectionne- dans la réception est de la plus grande importance au point de vue enregistrement et commande à distance. Ces deux derniers points ne seront réellement pratiques que si la réception n'exige qu'une faible consommation constante d'énergie (3 ou 4 lampes). Et encore ceci dépend de l'utilisation, car il est bien évident que pour commander à distance sans fil un cuirassé, comme viennent de le faire dernièrement les Américains, on ne regardera pas au nombre de lampes utilisées, tandis que pour actionner à distance un avion ou une torpille, c'est le minimum de lampes qui importe.

Quoi qu'il en soit, toutes les ressources de la physique, et même de la chimie, ne sont pas de trop pour la question de la commande à distance nécessitant des relais. On doit remarquer que ce problème est assez délicat, car le courant sortant d'un amplificateur (à transformateurs ou à résistance) est assez complexe et formé d'une composante alternative et d'une composante continue; celle-ci est d'ailleurs plus grande dans les amplis à résistance. Il existe différents montages pour redresser ce courant complexe afin d'agir sur les

(1) Voir *L'Electricien* du 15 janvier 1922, p. 36.

relais ultra-sensibles électromagnétiques que l'on connaît à l'heure actuelle. Il serait du plus haut intérêt d'avoir un relais ultra-sensible à courant alternatif, et qui soit capable de fermer un contact. On doit remarquer que le courant permanent peut être une gêne pour certains relais, gêne facilement atténuée par l'interposition du transformateur convenablement calculé d'après les circuits sur lesquels il travaille.

On voit qu'à ce sujet les passionnés de la T. S. F. ont beau jeu, et que ceci leur offre un vaste champ de recherches.

Tout récemment est apparu un appareil haut-parleur, du plus haut intérêt étant donné sa puissance : le Magnavox. C'est un récepteur électrodynamique, dont la puissance n'est pas limitée comme celle du téléphone. Il se compose d'une bobine à faible résistance, recevant le courant téléphonique, placée dans l'entrefer d'un champ magnétique très puissant créé par un électro-aimant sous 6 volts. Cette bobine annulaire est reliée mécaniquement à un grand diaphragme métallique capable de vibrations de forte amplitude. Cet appareil s'entend à plusieurs centaines de mètres de distance et a permis par exemple de faire entendre à une foule de plusieurs milliers de personnes un orateur parlant dans une salle située dans une autre ville.

En T. S. F. les réceptions sont aussi puissantes, mais les applications pratiques sont limitées jusqu'ici par le prix de cet appareil.

Des progrès importants ont été faits également comme antiparasites atmosphériques ; les nouveaux appareils donnent déjà d'excellents résultats pour les réceptions transatlantiques et pour les pays chauds. Certains systèmes de M. de Bellesaze, de Weagant ou autres utilisent l'effet limiteur des valves à plusieurs électrodes ainsi que des effets d'opposition, ce qui limite leur emploi à des réceptions déjà fortes.

Enfin au point de vue du secret et de la syntonie on y arrive maintenant d'une part par la transmission et la réception à grande vitesse, d'autre part, au moyen des amplificateurs à résonance H F et B F, et des cadres.

A ce point de vue un problème intéressant serait l'utilisation des petites longueurs d'onde d'une dizaine de mètres de longueur. Pour ces longueurs les syntonies sont tout à fait remarquables et l'on arrive à désaccorder un circuit oscillant sur ces longueurs si la longueur d'onde de ce circuit est modifiée seulement de quelques millimètres !

De plus, dans les réceptions de ces ondes, les plus petites capacités interviennent pour changer la tonalité de la réception par hétérodyne, et nul doute que par ce procédé on arrive à obtenir des appareils extraordinairement sensibles. Une difficulté sera d'obtenir une énergie notable.

III. — PROGRÈS A ACCOMPLIR

On voit, d'après cet exposé, combien sont multiples les procédés de la T. S. F. actuelle qui forme vraiment une science spéciale. Les progrès accomplis sont énormes, inattendus même, cependant il reste beaucoup à faire et un vaste champ s'offre aux recherches et au perfectionnement. Signalons quelques uns des progrès à accomplir :

Tout d'abord, il s'agit de réduire les dépenses, aussi bien prix des appareils que diminution de l'énergie nécessaire pour une portée donnée ; ainsi, par exemple, il s'agirait de travailler commercialement par-dessus l'Atlantique avec quelques watts. Disons que récemment, un amateur américain faisant de la téléphonie sans fil avec 500 watts environ dans une antenne a été entendu parfaitement par un autre amateur situé en Ecosse ; il est vrai qu'il y a eu des circonstances atmosphériques spéciales. Un autre point serait la diminution de la grandeur des antennes ainsi que le problème, toujours à l'ordre du jour, de l'élimination complète des parasites.

Signalons encore des relais ultra-sensibles, des valves à plus grand pouvoir amplificateur et à très faible consommation, de plus petits voltages utilisés à la transmission, des tubes d'émission à grande puissance, etc...

Autres applications. — L'emploi des ondes électromagnétiques a été essayé pour la télégraphie et la téléphonie multiple sur une antenne et surtout en utilisant les lignes télégraphiques ordinaires. En Allemagne, par exemple, devant l'extension des communications télégraphiques provoquée par la reprise des affaires et de l'industrie allemande, il existe à l'heure actuelle plusieurs lignes aériennes dépassant 200 kilomètres où sont superposées, au trafic ordinaire, plusieurs transmissions utilisant la haute fréquence, avec des longueurs d'onde différentes ; pratiquement, on est arrivé à huit transmissions téléphoniques et télégraphiques simultanées par le même fil.

On voit tout l'intérêt de ce système qui permettrait de décupler le rendement du réseau télégraphique actuel.

Enfin, indiquons les derniers résultats obtenus dans le transport de l'énergie à distance sans fil, problème de la plus grande importance mais dont la réalisation pratique semble fort éloignée. On est arrivé récemment à alimenter un moteur d'environ 1 cheval à une distance de 5 à 6 mètres sans aucun fil, en utilisant les ondes électro-magnétiques au moyen de grands cadres et l'énergie du transmetteur, sans être disproportionnée à celle

du récepteur, n'atteignait pas la grandeur que l'on pourrait supposer : elle ne dépassait pas 5 à 6 chevaux.

Indiquons dans quelle voie les perfectionnements sont susceptibles d'arriver à un résultat.

D'abord au transmetteur, utilisation des ondes dirigées pour concentrer l'énergie, soit directement, soit indirectement en utilisant la haute atmosphère, comme l'a suggéré récemment un inventeur américain. Disons que les dispositifs radio-goniométriques à l'émission pour la direction des ondes donnent de bons résultats contrairement à l'opinion souvent admise.

Ensuite, il ne serait pas absurde de supposer les circuits oscillants du récepteur plongés dans l'hydrogène liquide, de façon à maintenir la température des circuits au zéro absolu. On sait qu'à son voisinage, la résistance des métaux devient pratiquement nulle et que les diélectriques des condensateurs en recueilleraient, du même coup, de grands avantage ; les pertes devenant nulles, les circuits mettraient en jeu beaucoup plus d'énergie. De récentes découvertes scientifiques, tout aussi paradoxales que celle-là, ne sont-elles pas venues changer les opinions d'impossibilité que l'on a souvent émises *a priori?*

En résumé, nous avons indiqué l'état actuel et certains progrès accomplis dans l'usage des radiocommunications ; on a vu son développement absolument merveilleux et l'on doit dire que toutes les ressources de la science ne sont pas de trop quand il s'agit de travailler dans ce domaine vraiment immense, nouveau et si captivant des ondes électro-magnétiques.

J. Quinet,
Ingénieur E. S. E.,
Ancien ingénieur
à la Société Française Radio-Électrique.

FORCE MOTRICE

Dosage automatique du gaz carbonique dans les chaufferies

Le dosage de l'acide carbonique sous forme de gaz joue un rôle important dans l'industrie.

On sait que le gaz carbonique se dégage en général des corps dans l'état de fermentation ou de combustion.

Ce gaz se trouve à l'état latent dans l'atmosphère en proportion moyenne de 3 pour 10.000 volumes.

Il se dégage notamment durant la combustion du carbone, quand il y a excès d'air ou d'oxygène,

$$C + O^2 = CO^2.$$

Les fonctions respiratoires sont aussi la source de dégagement de CO^2, ce qui fait intervenir le cube d'air et la ventilation en première ligne pour la constructien et l'aménagement des ateliers ou locaux industriels devant abriter un grand nombre de travailleurs. A l'état gazeux, il arrête toute combustion et parallèlement entrave la respiration. Son effet sur l'organisme est des plus dangereux : il détermine des troubles névralgiques très violents.

Le rendement des foyers destinés à l'alimentation des générateurs à vapeur est basé sur la proportion de gaz carbonique CO^2 existant dans les gaz d'évacuation. Dans le but de rechercher le fonctionnement le plus économique, il est nécessaire de connaître le degré de production de gaz carbonique au double point de vue du contrôle et du réglage.

Pour le réglage, il suffit, dans la plupart des cas, de fermer le registre pour éviter des excès d'air ; en baissant le registre, le pourcentage de CO^2 augmente, même avec insuffisance d'air, mais la proportion d'oxyde de carbone augmente parallèlement.

Les pertes par la cheminée sont dues aux excès d'air, cet air étant inutilement chauffé par les calories du foyer. Pratiquement, l'excès d'air se mesure par la dilution d'acide carbonique au moyen d'appareils analyseurs spéciaux agissant par mélange.

La valeur de ces pertes est donnée par la relation :

$$P = (1 + \alpha)(t' - t)\ 0{,}24.$$

α Nombre de kg d'air par kg de charbon.
t' Température de gaz à l'évacuation.
t Température ambiante.
0,24 Chaleur spécifique moyenne des gaz.

De 3 à 20 % de CO^2 et pour 300°C, les pertes varient de 60,99 à 10,28 calories /kg.

Un appareil électrique précis et simple donne d'une façon permanente la proportion de CO^2 sans nécessiter l'emploi de liquide ou de corps absorbants. On crée une dérivation sur le courant de la cheminée, en ayant soin de munir cette canalisation d'un filtre pour empêcher la suie d'obstruer les orifices. Ce filtre, représenté figure 1, se compose d'une couche de copeaux de bois A et une toile de lin maintenue entre deux disques

d'aluminium B perforés. Après avoir traversé ces deux filtres, les gaz arrivent à la tubulure d'évacuation qui est munie d'un ajutage C à l'intérieur duquel on a placé de la laine de verre.

Pour les faibles installations, il est quelquefois nécessaire de créer un tirage forcé, ordinairement les pressions de 5 à 6 millimètres d'eau sont suffisantes. L'appareil se compose en principe de deux cellules identiques, l'une en communication avec les gaz venant du filtre, l'autre soumise à l'atmosphère ambiant.

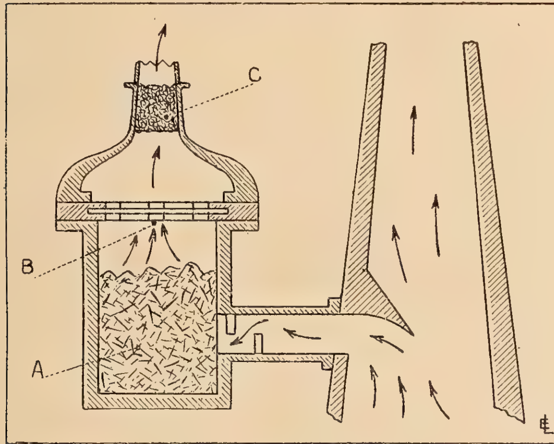


Fig. 1. — Coupe du filtre.

Ces deux cellules contiennent chacune une spirale de platine de résistance ohmique calibrée, les deux spirales forment les deux bras d'un pont de Wheatstone (voir schéma fig. 2). Quand les deux résistances sont parcourues par le courant, elles élèvent la température de leurs cellules respectives, cette élévation de température dépend essentiellement du pourcentage en gaz CO^2. La différence des atmosphères entraîne un changement de résistance ohmique qui est alors décelée par un galvanomètre sensible. L'appareil peut être à la fois indicateur et enregistreur, le graphique est alors un contrôle direct. Les graduations sont en % de gaz carbonique.

L'étalonnage se fait par comparaison avec les appareils à dilution. En choisissant des résistances du même ordre de grandeur, l'élongation γ reste sensiblement constante et les graduations de 3 à 20 % sont proportionnelles.

Les mouvements de l'aiguille traduisent le rapport des résistances du pont, soit :

$$\frac{x}{c} = \frac{a}{b} \text{ et } x = \frac{a}{b}\, c$$

x étant la résistance soumise à la température des gaz, la valeur de l'élongation est donc fonction de la température, on a :

$$\gamma = \frac{dx}{dt} = c\left(\frac{dx}{dc}\right)$$

en appelant y le déséquilibre décelé par le galvanomètre.

$$y = \left(\frac{x}{c}\right)$$

ce qui peut se mettre sous la forme

$$y = f\left((x)\ \frac{1}{c} \right)$$

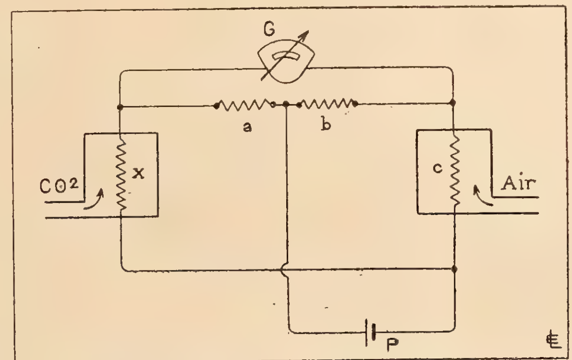


Fig. 2. — Schéma de montage.

La résistance C étant en contact direct avec l'atmosphère peut être considérée comme constante au moment de la lecture, soit :

$$\frac{1}{c} = a = \text{constante}$$

d'après ce qui précède l'élongation γ sera

$$\gamma = \int a\,dx = a \int dx = ax + \varepsilon$$

la valeur de ε constante d'intégration est le coefficient moyen de température entre 100 et 500° C.

Dans les systèmes enregistreurs, on intercale un shunt pour compenser les changements brusques provenant de l'ouverture des portes au moment de la charge du foyer.

On peut mettre en parallèle plusieurs cellules sur un seul pont et faire diverses mesures au moyen d'un commutateur.

E.-J.-F. VACHET.



EXPLOITATION

Le relèvement du facteur de puissance

PAR LES CONDENSATEURS *(suite* [1]*)*.

VI. A quel moment calculer la capacité compensatrice ?

Va-t-on déterminer la capacité nécessaire pendant un fonctionnement à pleine charge ou à vide ? Devra-t-on se livrer à un calcul compliqué tenant compte de la durée moyenne d'utilisation à chaque charge ? Cela importe peu.

Si l'on se reporte aux figures 11 et 12 (déterminées expérimentalement et intentionnellement sans prétendre à la précision) on se rend compte que la question est secondaire.

Quand augmente la charge du moteur son cos. φ s'améliore, mais l'intensité augmente (OA, OB, OC, OD), de sorte que l'énergie réactive à compenser (A*a*, B*b*, C*c*, D*d*) varie peu. C'est d'ailleurs logique, puisque la charge agit sur l'intensité en phase. On voit très bien dans la figure 11 que, entre 150 et 220 MF, il n'y aura guère de changement dans le facteur de puissance selon la charge du moteur Notre figure 6 de l'*Electricien* du 15 octobre apportait la même conclusion. Nous proposions alors de faire mesures et calculs *au* 1/3 *de la charge*, M. Varret a proposé de les faire *à vide* et, après tout, c'est encore plus simple.

Il s'agit avant tout, en effet, *d'ordres de grandeur* et non de déterminations précises car le facteur de beaucoup le plus influent pécuniairement, c'est encore *la durée de la journée de travail de la batterie de compensation* qui ne demande pour le même prix, qu'à fournir U C ω pendant 24 heures par jour.

Il y a lieu de se rappeler qu'en matière de redressement du cos. φ, non seulement la précision de laboratoire est pratiquement inutile, mais qu'elle serait souvent parfaitement illusoire pour l'abonné.

Pour les secteurs polyphasés, il suffira de faire les calculs sur une seule phase.

VII. — Quelle capacité l'abonné a-t-il intéret à choisir ?

Pour ramener à 1 le facteur de puissance cos. φ_0 d'un courant de I_0 ampères, cela est élémentaire :

$$U C \omega = I_0 \sin \varphi_0$$

d'où

$$C = \frac{I_0}{U \omega} \sqrt{1 - \cos^2 \varphi_0}$$

Mais ce n'est point là la question pratique.

(1) Voir *l'Electricien* des 15 octobre 1921 et 15 janvier 1922.

Etant donné la diversité et parfois la complexité des barèmes, il est indispensable que l'intéressé puisse lire instantanément sur un graphique l'influence de la capacité sur la base servant au calcul des primes ou des pénalités de son secteur.

Il doit pouvoir suivre sans effort l'influence de la dépense consentie en condensateurs sur le montant futur de ses quittances d'abonnement.

Tous les graphiques établis dans ce but reviennent à construire le triangle de la figure 1 et à lire les intensités correctives Ic = B C en fonction de cos. φ. On traduit ensuite ces intensités en microfarads selon le secteur.

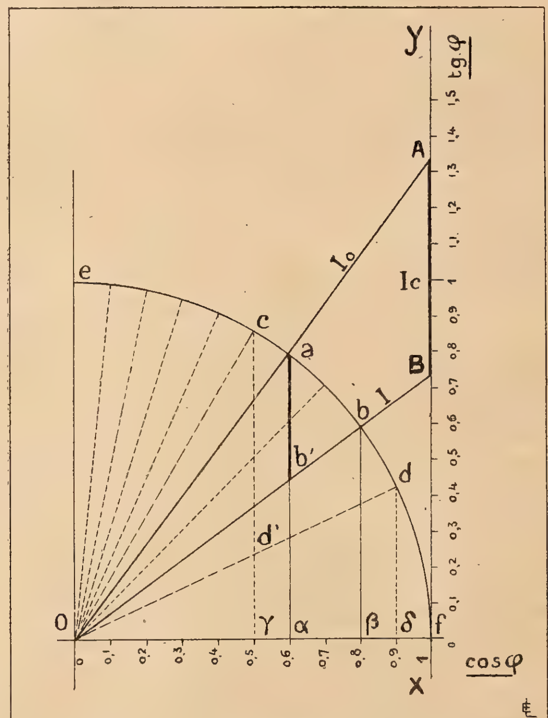


FIG. 5. — BASE DES GRAPHIQUES.

$$C = \frac{I_0}{U \omega} \cos \varphi_0 \,[tg.\ \varphi_0 - tg.\ \varphi]$$

$$C = \frac{I_0}{U \omega} \times ab'$$

Nous avons montré qu'en graduant la tangente au cercle trigonométrique (XY), on peut constater (fig. 5) que pour Ic = A B par exemple cos. φ_0 = 0,6 devient cos. φ = 0,8.

Or, $I_c = AB = I_0 \cos \varphi^0 [tg\,\varphi_0 - tg\,\varphi] =$
$= I_0\, 0{,}6\,(1{,}33 - 0{,}73) = 0{,}36\, I_0$

D'où la capacité C nécessaire dès que l'on connaît I_0

M. Varret a construit un graphique fort commode car il substitue aux variations A B de la tangente, les variations (*a b'*) proportionnelles qui ont l'avantage de ne pas s'éloigner indéfiniment sur l'épure. En traçant à l'avance les rayons O*d*, O*b*..... O*a*, O*c*..... correspondant à cos. φ = 0,9, 0,8..... 0,6, 0,5..... on lit de suite sur le graphique que pour passer de cos. φ_c = 0,5 à 0,9 par exemple, il faudra prendre $I_c = I_0 \times cd'$. Une échelle spécialement graduée pour chaque secteur selon les valeurs de U, ω permet de traduire *cd'* en microfarads et il suffit de multiplier par I_0 que donne un ampèremètre. C'est le graphique le plus commode pour le fabricant de condensateurs.

Mais encore faut-il pour l'abonné qu'il connaisse son facteur de puissance cos. φ_0

VIII. Construction graphique à lecture directe.

Lorsque l'intéressé en est au stade auquel il recherche son intérêt immédiat pour déterminer la capacité à acheter, il doit avoir sous les yeux la correspondance directe de l'effet des condensateurs sur toutes les bases de pénalités sans avoir à se livrer à aucun calcul ni à aucun déplacement d'échelle qu'il n'a d'ailleurs pas en sa possession.

La construction graphique de la figure 6 résoud, pour l'abonné, le problème suivant : (*voir p. 60*).

Déterminer instantanément et dans tous les cas à priori possibles l'influence de la capacité sur le facteur de puissance ou ses fonctions trigonométriques sans avoir besoin de connaître ni celui-ci, ni même les constantes de la distribution du secteur quelque anormale soit-elle.

On opèrera ainsi (fig. 1, 6, 10) :

1° Tracer sur une feuille un axe vertical XY et, perpendiculairement, deux axes parallèles entre eux quelconques O C et *o c*;

2° Graduer O C en ampères et *o c* en microfarads à des échelles quelconques (celles des figures 6 et 7 sont commodes);

3° Mesurer l'intensité I_0 du courant primitif sur une phase (fig. 1, ampèremètre *a* avant l'introduction des condensateurs). On a trouvé, par exempe, $17^A,5$ (fig. 6);

4° Prendre une capacité quelconque par ex. : *o b* = 120 M F, la mettre aux bornes du moteur (D E, fig. 1, G H, fig. 10). L'intensité passant dans la batterie est mesurée

(ampèremètre *a'*) $I_c = OB = 6^A\,95$;

5° On constate alors que l'intensité primitive $I_0 = 17^A\,5$ est devenue $I = 12^A\,8$ (ampèremètre *a*) après introduction de la batterie;

6° On construit instantanément le triangle O B A avec O B = 6,95 O A = 17,5 et B A = 12,8;

7° Abaisser la perpendiculaire A C. Tracer un cercle quelconque de centre A et diviser de 0 à 1 le rayon verticlal.

8° Joindre le point B = $6^A,95$ et *b* = 120 MF. On obtient le point α sur XY *qui permettra de traduire toute capacité en microfarads et inversement.*

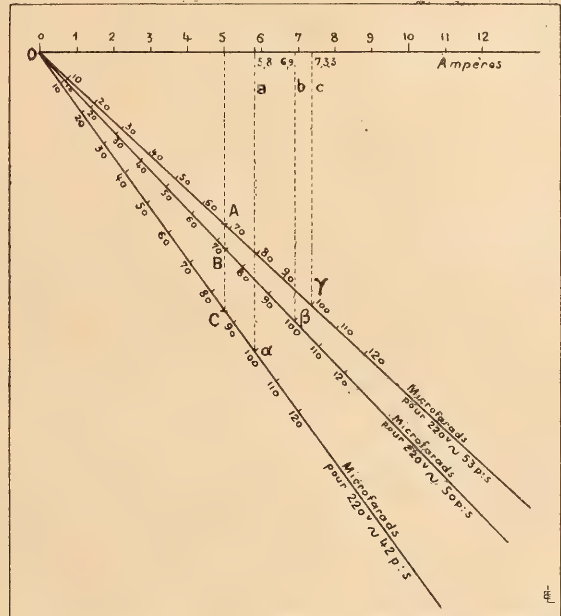


Fig. 8.

GRAPHIQUE C. C. — Autre échelle pour la lecture directe des ampères en Microfarads.

L'échelle est construite expérimentalement ou selon les données servant à construire l'échelle précédente Fig. 6.
Ex. : 5 ampères sont fournis par
OA = 68 MF pour 220 v. 53 p : s.
OB = 73 MF — 220 v. 50 p : s.
OC = 86 MF — 220 v. 42 p : s.

Ex. : O g_2 = 100 M F. Joindre $\alpha_1\, g_2$, on trouve : $OG_2 = 5^A\,8$.

On en conclura immédiatement :

1° La droite DD' indique que *le facteur de puissance était initialement* AD' = 0,63;

2° *Pour une capacité quelconque* og_2 = 100 M F, en traçant $\alpha_1\, g_2\, G_2\, E_2\, E'_2$ on sait *quel sera le cos.* φ, $A\,E'_2$ = 0,82;

3° Pour arriver par exemple à cos. φ = 0,9 en traçant $E'_1\, E_1\, G_1\, g_1\, \alpha_1$, on voit qu'il faudra
$O\,G_1$ = 140 MF.

4° On a cos. φ = 1 pour *o c* = 233 MF;

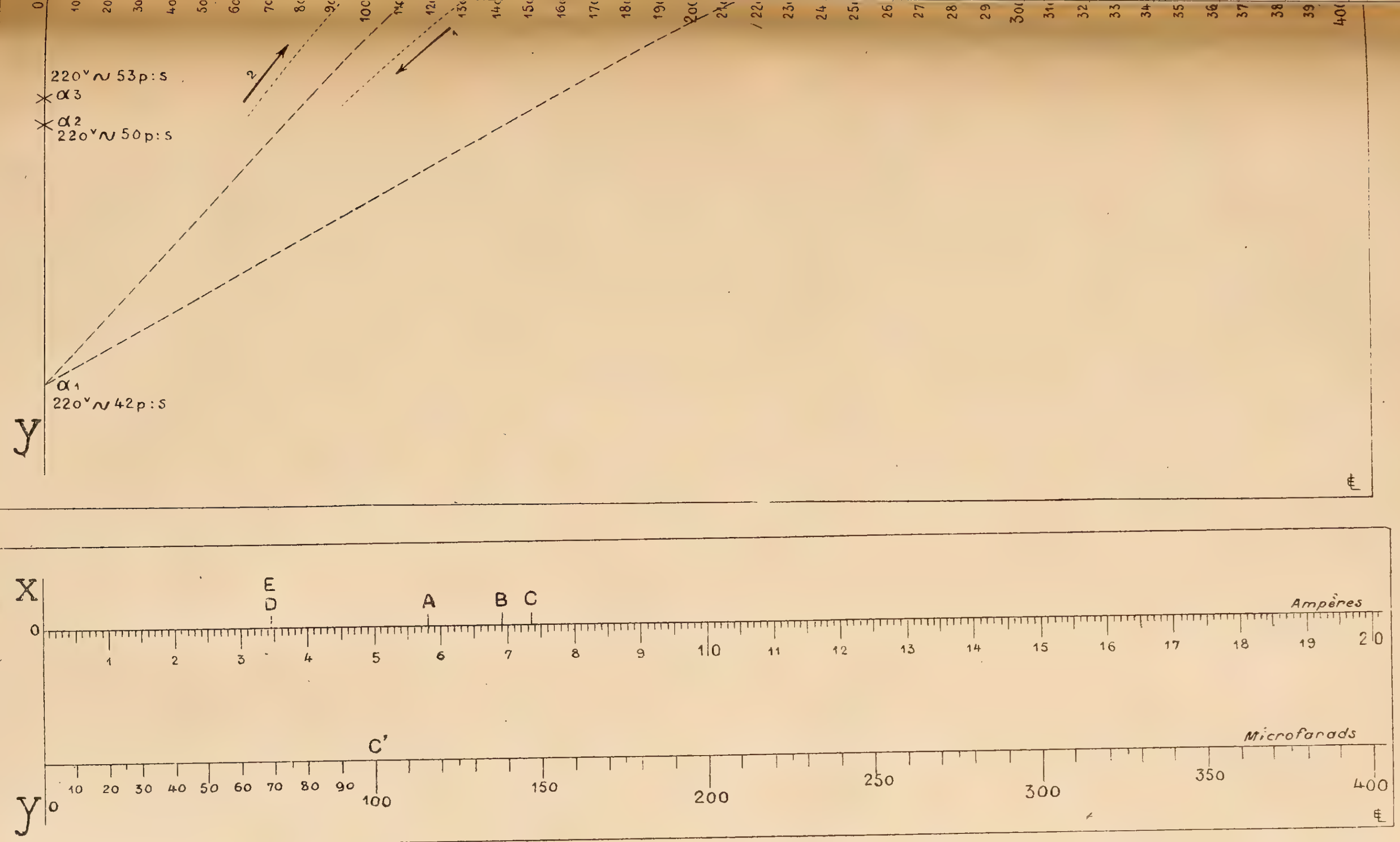
5° On a instantanément l'influence de la capacité sur les intensités I, I_c, I_p, I_q, sur cos. φ, sin. φ, *tg...* φ etc., et en permanence toutes les composi-

CONSTRUCTION GRAPHIQUE A LECTURE DIRECTE

Figure 6. — **Construction donnant par les lectures d'un ampèremètre :**

1° Les constantes de la distribution du secteur (Uω).
2° Le facteur de puissance du circuit.
3° Les capacités à utiliser pour le relever à toute valeur désirée.
4° Les cos φ qui résulteraient de l'introduction de toutes capacités.
5° La distribution en phase et en quadrature des intensités résultant de tous ces cas.
6° Les ampérages sur lesquels portent les pénalités des secteurs en fonction des dépenses de capacités consenties.

Axe des centres de rayonnement
pour la conversion des ampères en microfarads
X
220^V ∿ 25p:s
α4
$I_o = 17^A,5$
$I = 12^A,8$
$I_p = I_o \cos\varphi_o = 11^A$
$\cos\varphi_o = 0,63$
cos φ
φ_o
φ_{120}
$I'_{120} = 6A,95$
A D D' E2 E'2 F F' E1 G1 G2 B C O
Ampères



GRAPHIQUE C. C. : *Echelle pouvant être utilisée directement par le lecteur.*

Fig. 7. — Pour déterminer le centre de rayonnement α sur l'axe xy :

1° On peut opérer expérimentalement comme dans la figure 6.

2° On peut prendre le point d'intersection de l'axe xy avec la droite joignant le point C' = 100 M F.

Avec le point	A = 5,8 ampères	pour les secteurs à	220 V.	fréquence	42 p. : s.
—	B = 6,9	— —	220 V.	—	50 p. : s.
—	C = 7,33	— —	220 V.	—	53 p. : s.
—	D = 3,45	— —	110 V.	—	50 p. : s.
—	E = 3,45	— —	220 V.	—	25 p. : s.
—	— .. = $\frac{2 \times 3.1416 \times U \times F}{10.000}$		U		F

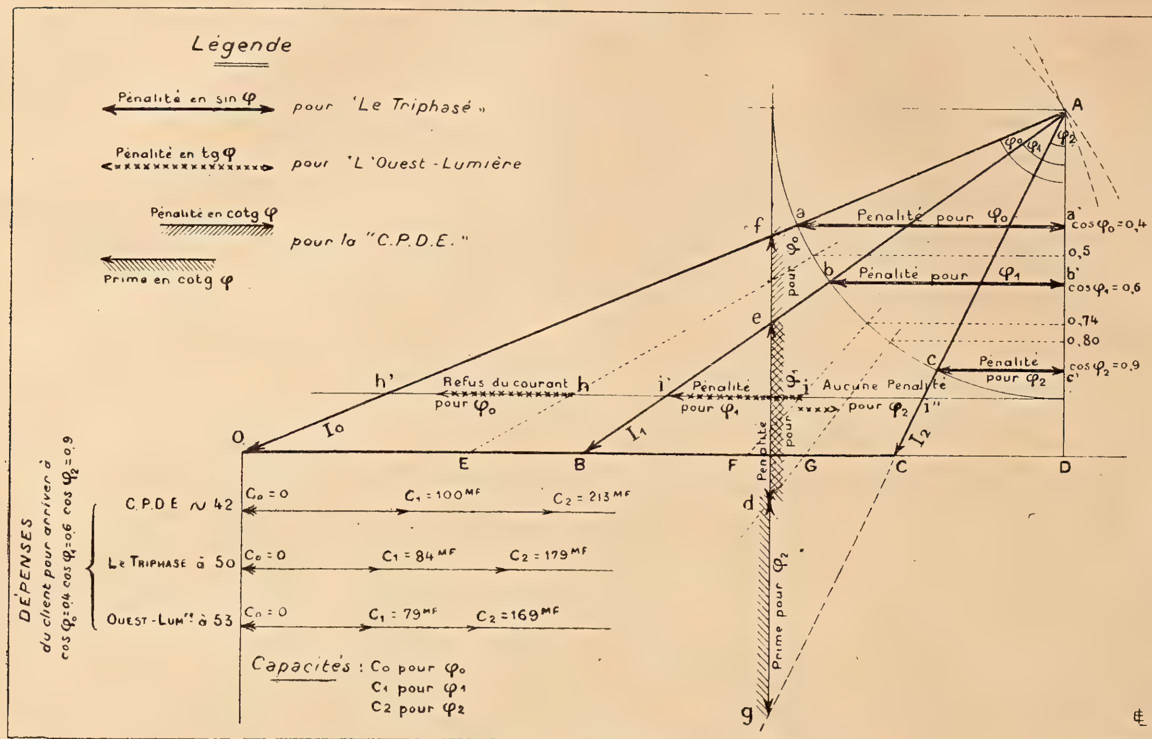


FIG 9. — DÉTERMINATION GRAPHIQUE DES PÉNALITÉS ET DE LEUR RÉDUCTION PAR LE RELÈVEMENT DU FACTEUR DE PUISSANCE.

Le graphique indique par lecture directe le bénéfice que peut retirer le client de l'introduction de toute capacité en dérivation sur le circuit $I_0\ \varphi_0$. Le barème du secteur et le catalogue du fabricant de condensateurs traduiront ce bénéfice en francs.

tions graphiques pouvant résulter de chaque cas;

6° La même composition graphique donne dans la figure 9 l'effet des capacités sur les bases des pénalités des secteurs.

Le graphique construit et le catalogue du fabricant de condensateurs sous les yeux il n'est point besoin d'être électricien pour connaître son intérêt.

Les installateurs de batterie auront intérêt à posséder dans leurs bureaux d'étude les graphiques de M. Varret, ses échelles, ses courbes d'égal relèvement. Se rendant chez l'abonné, ils auront intérêt à emporter une échelle telle que celle de la figure 7 avec les points $\alpha_1\ \alpha_2\ \alpha_3\ \alpha_4$, etc., indiqués à l'avance pour chaque secteur.

Ils pourront lui substituer l'échelle de la figure 8 qui a l'avantage de convertir les ampères en microfarads selon les secteurs par une lecture sur la même verticale :

Exemples :

5 ampères = 86 mirofarads pour 220 volts 42 p : s.

5 ampères = 73 microfarads pour 220 volts 50 p : s.

5 ampères = 68 microfarads pour 220 volts 53 p : s... etc.

Le seul inconvénient du procédé semblerait être, pour l'abonné ou l'installateur, la nécessité de posséder ou de transporter sur les lieux une batterie de capacité.

Il n'en est rien, *notre Graphique à lecture directe pourrait fort bien être tracé sans même que l'on disposât de condensateurs ni de compteur de sin. φ, cela par un artifice très simple* (1).

IX. **Couplage de la batterie.**

Sur une distribution polyphasée, on emploiera une batterie par phase.

L'égalité entre les batteries n'est pas d'une nécessité rigoureuse, mais il sera préférable d'en approcher à 10 %.

La figure 10 shématise un couplage pour moteur diphasé et la figure 14 des couplages en étoile et en triangle pour triphasé.

(1) Nous nous tenons à la disposition des lecteurs de l'*Electricien* que cela pourrait intéresser.

Les condensateurs système Varret dont nous reparlerons prévoient des types à plusieurs bornes pour di et triphasé, permettant l'emploi d'une batterie unique.

Sur le diphasé il serait d'ailleurs possible d'utiliser un couplage plus économique que celui de la figure 10 jusqu'ici proposé.

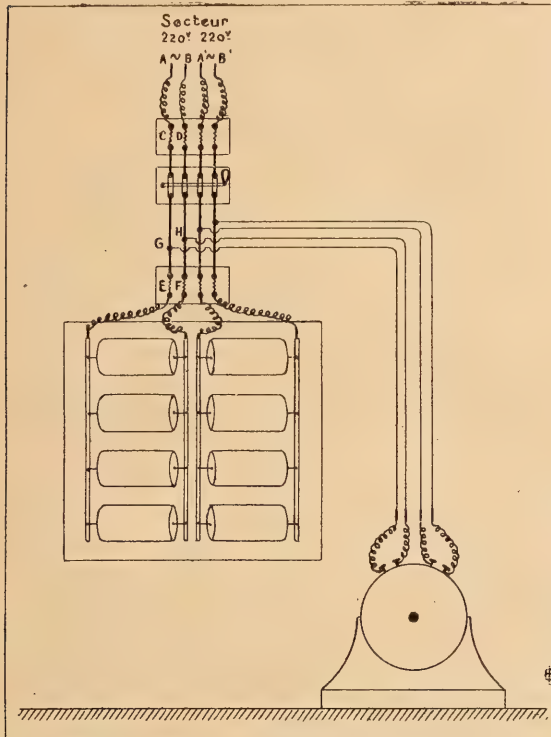


Fig. 10. — Exemple de couplage d'une batterie de condensateurs pour un moteur diphasé.

Où placer la batterie ?

Les secteurs répondent : A chaque moteur, ce qui facilite le réglage. L'installateur, dans le cas d'une usine où de nombreux moteurs ne travaillent que par intermittence, aura intérêt à placer les condensateurs, sinon au compteur, tout au moins pour un groupe de moteurs, car *il devra avoir présent à l'esprit que la batterie ne demande qu'à travailler aussi longtemps qu'on le désire et pour le même prix.* Lorsque l'interrupteur est fermé, elle se repose et cesse de ce fait de concourir à l'amortissement de son prix d'achat alors qu'il lui est possible de continuer à compenser l'énergie réactive d'un moteur voisin.

En se conformant aux stipulations des secteurs (qui ne tiennent pas à recevoir UC ω toute la nuit), il y aura cependant lieu de porter au maximum l'utilisation horaire de la capacité.

Comment introduire la capacité ?

Pour les gros moteurs, on a pensé à faire progressivement cette introduction. Il y aura deux manières d'agir progressivement sur UC ω :

1° En introduisant graduellement U aux bornes du condensateur par un rhéostat. C'est le procédé habituel inélégant et dispendieux ;

2° En agissant sur C, introduit fractionnellement. C'est le procédé R. Varret, et son *interrupteur-coupleur*, prévu pour cela, ne coûtera pas plus cher qu'un interrupteur classique.

On a craint les étincelles de rupture avec l'introduction de la capacité. Il suffit de se rapporter à notre figure 2 et à son examen pour éliminer cette crainte.

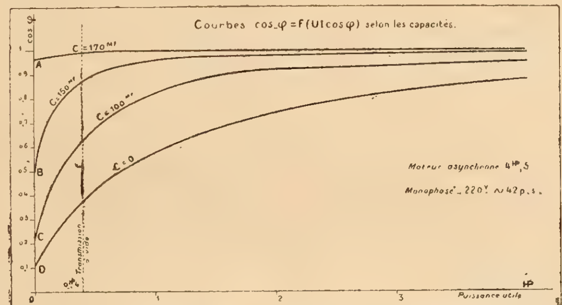


Fig. 11. — Influence de la capacité en dérivation sur un moteur asynchrone. — Variation du facteur de puissance cos φ en fonction de la puissance utile UI cos φ pour 0 — 100 — 150 — 170 Microfarads.

X. **Influence sur le moteur.**

Les figures 11 et 12 se rapportant à un moteur asynchrone de 4 HP 1 /2, 220 volts diphasé, 42 p : s. montrent l'influence de la capacité sur le facteur de puissance en fonction de la charge et la possibilité de calculer la capacité avec la précision pratiquement suffisante sous n'importe quel régime.

Jamais la capacité ne fera « boîter » le moteur. Son circuit est absolument indépendant du sien et l'influence de quelques microfarads en parallèle avec des milliers d'autres sur tout le secteur est absolument négligeable.

L'expérience est d'ailleurs aisée à faire et la régularité du ronflement à l'oreille est une confirmation.

La batterie n'a rien à voir avec le moteur, elle n'est introduite que pour agir sur le compteur de sin φ c'est-à-dire sur le porte-monnaie de l'abonné.

XI. **La résonance.**

La crainte d'atteindre la résonance pour $C\,\omega = \frac{1}{L\,\omega}$ apparaît dans les conversations comme un cauchemar.

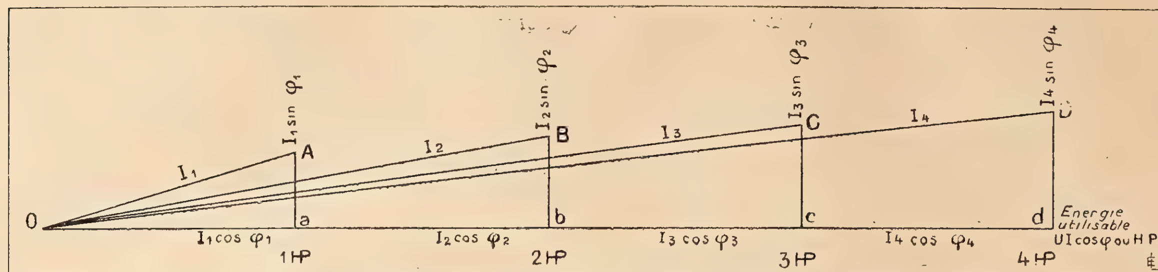


Fig. 12. — Composition graphique des intensités a divers régimes. — Moteur asynchrone 4 hp 5.

Le moteur auquel se rapporte la figure 11 après introduction de 150 MF donne aux divers régimes des valeurs très voisines de UI sin φ (énergie réactive restant à compenser par des condensateurs).

Elle nous paraît illusoire du point de vue des secteurs ; elle est déraisonnée du point de vue de l'abonné.

Il ne s'agit point ici de résistance, de self et de capacité en série dont les voltages successifs aux bornes se composeraient comme les intensités I_p I_q I_c de la figure 1 et qui, aux bornes du moteur, pourraient occasionner d'irréparables dégâts !

Il s'agit d'une batterie de compensation aux bornes du secteur, c'est-à-dire en parallèle avec tout le réseau. La batterie de l'abonné n'aura guère plus d'influence sur la résonance que son « tout à l'égout » sur le niveau de la mer.

Le plus amusant c'est que, s'il se privait des services de la batterie par crainte de la résonance aux bornes de son utilisation, rien ne le préserverait des capacités introduites par tous les autres abonnés du secteur.

D'ailleurs dans le secret espoir d'enregistrer ces dégâts irréparables, nous avons introduit progressivement une batteie réglable jusqu'à atteindre puis dépasser la résonance, c'est-à-dire les points B des figures 2, 3, 4 ou C de la figure 6, et nous avons été privés du plaisir de constater quoi que ce soit d'anormal.

Voici d'ailleurs un fait expérimental de nature à calmer l'inquiétude des abonnés sur les dangers de la résonance. *Qu'ils songent à ce qui se passe dans une fabrique de condensateurs où à tous moments résistances ohmiques, selfs, transformateurs, batteries de redressement, condensateurs de toutes natures à l'essai s'alimentent sur le réseau de sa distribution intérieure. Tout cela est introduit ou déconnecté à tous moments, en tous endroits, selon des ordres de grandeur et des proportions absolument quelconques et essentiellement variables et forme un réseau complexe de résistances, de selfs, de capacités instablement distribués aux bornes de l'utilisation !*

Il ne s'y passe absolument rien que de parfaitement normal et on y ignore les effets désastreux de la résonance.

Quant aux secteurs, certes, ils enregistreront l'effet de l'intensité de compensation sans être à même de la régler, mais autre chose les préserve : l'intérêt de l'abonné (ou tout au moins il leur appartient de prévoir leurs barèmes en conséquence).

Les figures 2, 3, 4 montrent déjà l'effet décroissant des capacités lorsque l'on approche de la compensation totale du courant réactif.

La figure 6 est l'exemple quelconque d'un abonné déterminant graphiquement la capacité dont il fera les frais.

Que constate-t-il ?

Son facteur de puissance est initialement $\cos \varphi_0 = 0,63$.

Avec moins de 60 MF sur l'Ouest-Lumière, il sera déjà à l'abri de toute pénalité.

Sur la C. P. D. E., avec 100 MF il atteint $\cos \varphi = 0,82$, c'est-à-dire qu'il quitte la région des minorations de primes pour rentrer dans celle des bonifications.

Avec 140 MF il a déjà $\cos \varphi = 0,9$ c'est-à-dire qu'il a atteint l'avant-dernier échelon des bénéfices réalisables. Il lui faudrait 233 MF pour avoir $\cos \varphi = 1$. *Est-il réellement probable qu'il s'amusera à augmenter sa dépense de 70 % pour l'unique plaisir d'atteindre une résonance d'ailleurs illusoire ?*

La compensation intégrale et exacte de l'énergie réactive sur tout un secteur par des condensateurs ne nous apparaît comme ne pouvant être pratiquement que le fait d'une conspiration scrupuleusement étudiée, rigoureusement simultanée et fort problématique, tramée par l'unanimité des abonnés.

XIII. — **Les courts-circuits.**

La claquaison d'un condensateur apparaît comme aussi redoutable que la résonance.

Il n'en est rien, heureusement pour les fabricants de condensateurs qui en claquent des centaines par jour.

On se prémunit contre elle, comme contre tous les courts-circuits. Ceux des condensateurs ne

jouissent point du privilège d'être très différents des autres, si ce n'est qu'il leur arrive fréquemment de se réparer par leurs propres effets.

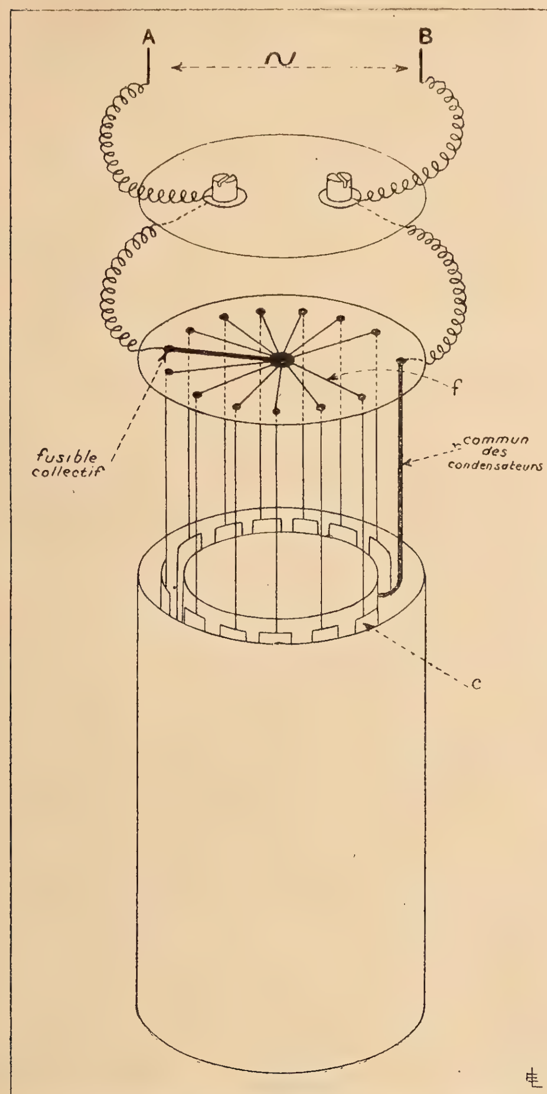


Fig. 13. — Condensateur cloisonné Varret-Collot système Varret.

1° Il se produit une surtension accidentelle en A. B.;
2° Le condensateur fractionnel le moins résistant *c* claque;
3° Son fusible *f* fond immédiatement;
4° Aucune perturbation sensible ne se fait sentir en A. B. et le coefficient de sécurité du condensateur est augmenté.

Nous avons vu qu'il n'y a pas à craindre de voir le moteur boiter, pas plus si un condensateur vient à être supprimé dans sa propre batterie de compensation que si le fait se produit en un point quelconque du réseau.

Le reste n'est qu'une question de fusibles (E, F fig. 10). La Société des Etablissements Varret-Collot prévoit des fusibles de sécurité à l'intérieur des batteries. La figure 13 donne le schéma d'un redresseur de cos φ du type Varret : on constate que si une surtension se produit accidentellement, seul l'élément de capacité le moins résistant au

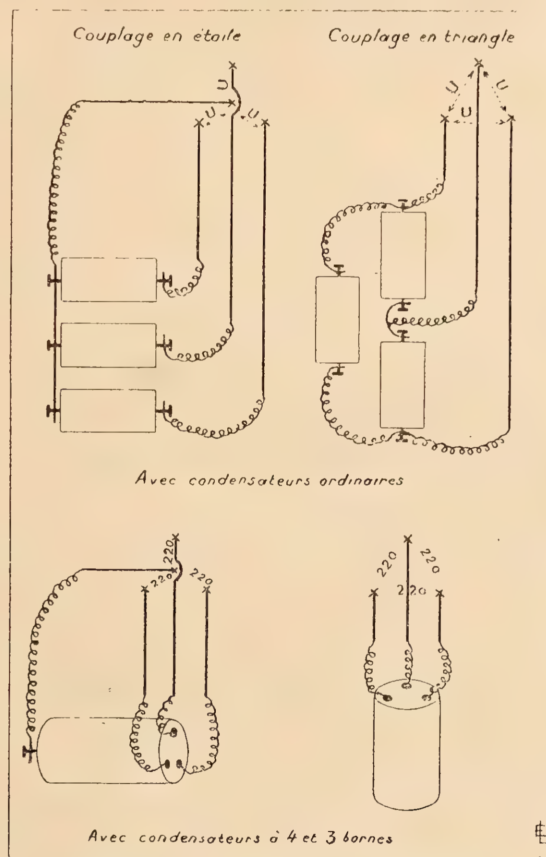


Fig. 14. — Couplage des condensateurs pour distribution triphasée.

potentiel de claquaison se court-circuite, son fusible individuel fond en l'éliminant du circuit, la batterie n'a varié que de 1 micro. environ, c'est-à-dire insensiblement et, qui mieux est, elle est plus résistante aux surtensions que précédemment puisque son point le plus faible a été automatiquement éliminé !

Le condensateur est vacciné.

Le vaccin est sans réaction sur la distribution des courants qui n'a ressenti d'ailleurs aucune perturbation sensible.

Quant à l'élément éliminé, il est toujours loisible de le remplacer.

En résumé, l'abonné a beaucoup moins à craindre

de l'apparition dans son installation d'une batterie de condensateurs que du perfide compteur de sin φ dont l'influence sur les quittances trimestrielles pourra être fort sensible. Le condensateur n'a aucun rôle énergétique direct, il ne *crée* pas plus d'énergie réactive que le médicament régularisant les fonctions digestives n'est par lui-même un aliment. Aiguilleur vigilant, il régularise la circulation ferroviaire afin d'éviter la multiplication des voies, il augmente le rendement utile de la distribution existante en ne laissant passer que les courants énergétiquement utilisables.

CATULLE-CAMBIER,
Ingénieur E. P. C. I.

Informations.

Autorisations. — Concessions.

Nord. — La Compagnie électrique du Nord a sollicité l'autorisation d'installer, sans attendre l'accomplissement des formalités réglementaires, une ligne d'énergie électrique à 15.000 volts destinée à alimenter la commune de Guesnain.

Ladite ligne sera comprise dans la concession d'Etat pour distribution d'énergie aux services publics que cette Société a présentée antérieurement.

Pas-de-Calais. — La Compagnie des mines de Béthune vient d'obtenir l'autorisation d'établir dans les emprises du chemin de fer de Bully-Grenay à Violaines, qu'elle exploite, mais qui est concédé à la Compagnie du chemin de fer du Nord, une canalisation électrique souterraine destinée à l'alimentation des sièges nº 3, 4, 4 *bis* et 8 et le rivage des mines de Béthune.

— La Société électrique du Nord-Ouest a sollicité, par dérogation à l'article 27 de l'arrêté technique du 30 juillet 1921, l'autorisation d'établir une ligne électrique à haute tension d'Halque à Dunkerque devant traverser, sous un angle de 25 degrés (au lieu du maximum réglementaire de 40 degrés), une voie ferrée d'intérêt local projetée entre Bourbourg et Drinchamp, conformément à l'avis favorable émis par le Comité d'électricité.

Cette dérogation a été autorisée.

Seine-et-Oise. — La Compagnie l' « Union des Gaz » a sollicité l'autorisation d'établir, sous le régime des permissions de voirie, une canalisation électrique souterraine à haute tension destinée à l'alimentation d'un poste de transformation desservant les usines François, à Rueil.

Cette Société devant englober ces nouveaux branchements dans une demande de concession d'Etat qu'elle se propose de déposer prochainement, elle a été autorisée à exécuter provisoirement les travaux de la ligne, à ses risques et périls, sous réserve de l'observation des conditions techniques prescrites par l'arrêté du 30 juin 1921.

Au cas où la Société n'aurait pas déposé sa demande de concession dans un délai déterminé, elle sera tenue de faire disparaître ses installations.

— La Société des tramways électriques de Versailles a sollicité l'autorisation d'établir, par permission de voirie, une canalisation et un poste de transformateur, avenue du Bois-Robert, à Versailles, destinée à alimenter en énergie électrique la section technique du génie.

La canalisation dont il s'agit devant être comprise dans la demande de concession que cette Société doit présenter, son installation provisoire a été autorisée, aux risques et périls de la Société, sous réserve de l'observation des conditions techniques d'installation prescrites par le décret du 30 juillet 1921.

Différence de valeur des index électriques dans deux départements.

Un certain nombre de consommateurs d'énergie électrique se sont étonnés des différences des valeurs fixées pour les index économiques électriques dans les départements de l'Orne et d'Eure-et-Loir et ont demandé à l'Administration des travaux publics, les raisons pour lesquelles l'index du département d'Eure-et-Loir est plus faible que celui de l'Orne, notamment pour certaines Sociétés comme la Société de distribution d'électricité de l'Ouest, qui alimente le département d'Eure-et-Loir mais dont les usines sont situées à Rai-Aube dans l'Orne.

Au cours des deuxième et troisième trimestres 1921, le département de l'Orne a constitué, au point de vue des index, une région et les deux départements d'Eure-et-Loir et du Loiret ont été groupés en une autre région.

L'index de l'Orne a été calculé d'après les prix

du charbon consommé dans les usines de Rai-Aube et de Couterne, exploitées, par la société de distribution d'électricité de l'Ouest, tandis que les index d'Eure-et-Loir et du Loiret ont été calculés d'après les prix du charbon consommé par l'usine centrale d'Orléans. Ainsi s'expliquent les différences constatées entre les valeurs de l'index de ces deux régions.

Toutefois la Société de distribution d'électricité de l'Ouest, alimentant diverses distributions d'Eure-et-Loir, comme il vient d'être dit, l'attention de l'Office des charbons et celle de l'Administration des travaux publics a été appelée sur cette différence de valeur des index et il a été reconnu qu'il serait préférable dorénavant de comprendre l'Orne et l'Eure-et-Loir dans une même région.

Il y a donc tout lieu de penser que pour l'avenir les valeurs de l'index seront les mêmes dans ces deux derniers départements.

A. C. L.



Essai à effectuer sur les réseaux de distribution d'énergie électrique avant leur mise en service.

En vue de répondre à diverses demandes de renseignements formulés par les services de contrôle dans les départements, l'Administration des Travaux publics a consulté récemment le Comité d'électricité sur les deux points suivants :

1° Quels sont les divers essais qui doivent être effectués sur les dlstributions d'énergie électrique, en exécution de l'article 42 du décret du 3 avril 1908, avant de prononcer la réception et d'autoriser la mise en service des ouvrages de ces distributions;

2° Quels sont les instruments dont doivent être pourvus les services du contrôle pour procéder à ces essais.

Le Comité a émis à ce sujet l'avis suivant, adopté par le ministre des Travaux Publics :

« Il ressort de l'examen de détail de l'arrêté technique, auquel il y a lieu de se référer en la matière qu'aucun essai au sens propre du terme n'est exigé au point de vue électrique, soit que les manipulations qu'ils exigeraient soient incompatibles avec le service de la ligne, soit que les garanties nécessaires aient dû être exigées en usine. Le seul véritable essai de réception d'une distribution consiste donc, après avoir *constaté* que les dispositions techniques prescrites ont été observées, à mettre en marche l'installation et à s'assurer qu'il n'en résulte aucune perturbation.

Toutefois, dans certains services, on a l'habitude de procéder à l'essai préalable de l'isolement d'ensemble du réseau; cette vérification ne saurait, en aucun cas, être considérée comme une nécessité; elle constitue toutefois une bonne précaution, à la condition expresse que l'on n'attache aucune valeur quantitative aux résultats numériques obtenues et qu'on n'exige pas, pour l'isolement du réseau, un nombre de mégohms ou de kilohms déterminé; il n'y a, en effet, aucune relation entre la résistance d'isolement en ohms et la résistance disruptive des isolants employés, qui est la seule intéressante. Cet essai doit avoir pour but de vérifier seulement qu'il n'est pas survenu, au cours du montage, un incident non constaté, tel que fissure peu visible d'isolateurs, fils de fer jeté sur une ligne et mettant le réseau à la terre, et seul l'ordre de grandeur de la résistance trouvée doit être pris en considération. Il peut y être procédé au moyen d'un quelconque des ohmètres divers qui se trouvent couramment sur le marché.

Il y a lieu d'ajouter que la réception peut et doit s'accompagner en outre de toutes les vérifications utiles en ce qui concerne notamment les implantations des ouvrages, le contrôle des hypothèses qui ont servi de base aux calculs de résistance (mesure de flèche, de portées, etc.), vérifications pour lesquelles aucune indication plus précise ne peut être fournie.

J. R.



Dérogations à l'Arrêté technique.

A l'occasion de la traversée de la voie ferrée de Paris à Sceaux et à Limours par une canalisation électrique à haute tension établie sur le territoire de la commune d'Arcueil-Cachan et devant être installée dans l'emprise de l'aqueduc du Loing et du Lunain, la Société Sud-Lumière a demandé une dérogation à l'arrêté technique du 30 juillet 1921 l'angle de franchissement de la voie ferrée n'étant, en l'espèce, que de 40° (au lieu de 60° fixé par l'arrêté).

Le Comité d'Electricité consulté à ce sujet, a émis, considérant que l'adoption de l'angle de 40° pour la traversée de la voie ferrée résultait uniquement de l'utilisation de l'emprise de l'aqueduc (qui peut en la circonstance être assfmilé à une voie publique), et, d'autre part, que le tracé de la ligne électrique avait été reconnu difficilement modifiable, a émis un avis favorable à cette dérogation.

La Société précitée a, dès lors, été autorisée à exécuter les travaux dans les conditions prévues à son projet.



Inventions. — Appareils et procédés nouveaux

TRANSFORMATEUR DE COURANT ALTERNATIF EN COURANT CONTINU

Le but de l'invention est de transformer le courant alternatif en courant continu pour l'éclairage et le démarrage dans les automobiles.

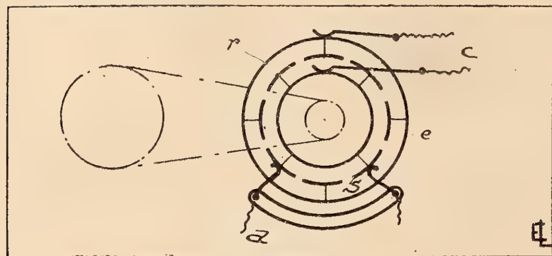


Fig. 1.

L'appareil comporte (fig. 1) deux collecteurs circulaires *e* et *r* et concentriques comportant des plots *s* reliés alternativement avec l'un ou l'autre des collecteurs. Le courant alternatif est amené par deux balais décalés *a* et à angle de calage variable.

Le courant continu est reçu par les balais *c*. (Brev. Fr. 527.366. — Doué et Durand).

LAMPE DE POCHE A APPLICATIONS MULTIPLES

Cet appareil est une application spéciale de la lampe de poche à la vérification des circuits, ou comme appareil d'alarme. Elle permettra de rechercher les courts-circuits, les ruptures, etc...

Dans le boîtier de la lampe de poche (fig. 2) sont disposées trois prises de courant *b*, et un vibrateur *v*.

La lampe peut être montée entre les deux prises extrêmes.

La vérification des circuits se fait entre les deux prises *b* à droite.

Un bouton interrupteur *b'* ferme le circuit. (Br. Fr. 527.110. — Morel).

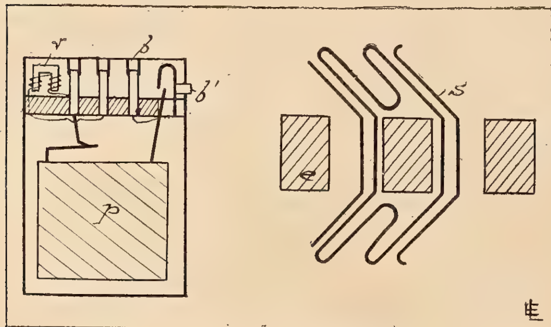


Fig. 2. Fig. 3.

DISPOSITIF POUR ÉTOUFFER LES ÉTINCELLES DE COMMUTATION DANS LES MACHINES ÉLECTRIQUES

Le dispositif consiste à entourer les dents de l'induit (fig. 3) de petits enroulements *s* résistants fermés sur eux-mêmes, dans lesquels la commutation de la section induit des courants tendant à conserver dans l'encoche le flux du courant de circulation. On évite ainsi l'effet nuisible de la différence de potentiel qui tend à se produire entre balai et la lame du collecteur, quand cette dernière quitte les balais.

Ils peuvent être indépendants ou constitués par les conducteurs de l'enroulement principal. (Br. Fr. 528.026). — De Conink).

PERFECTIONNEMENTS AUX SYSTÈMES DE RADIO-SIGNALISATION

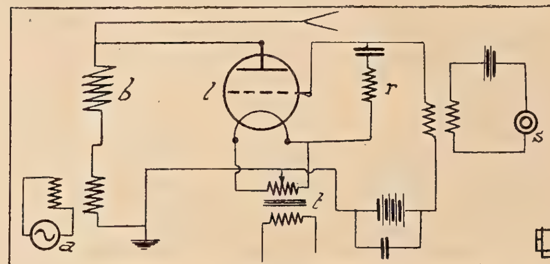


Fig. 4.

Le but de l'invention est l'établissement d'un appareil de radio-téléphonie. On utilise pour cela le montage de la figure 4 dans lequel les ondes sonores modifient la conductibilité d'un tube à vide à trois électrodes *l*, et par dérivation l'énergie rayonnée par l'alternateur *a*. (Br. Fr 527.469. — C[ie] Thomson-Houston).

BIBLIOGRAPHIE

Travail des métaux, fonderie, alliages, moulages; forge, chaudronnerie, estampage; travail à la lime, au burin, aux machines-outils; outils divers, procédés de montage; soudure, brasure, métaux précieux, par J. Michel, ingénieur civil (Nouvelle collection des Recueils de recettes rationnelles), 2e édition (Prix, 10 fr.).

D'entre tous les recueils de « tours de main », « formules », « trucs divers », s'adressant aux ouvriers du métal, le présent ouvrage se distingue par son caractère pratique et la commodité de sa consultation : aussi la première édition fut-elle vite épuisée. Cette nouvelle édition, revue et augmentée, s'adresse comme la première à l'ajusteur, au monteur, au forgeron, au tourneur, au conducteur de machines-outils diverses, au chaudronnier, au plombier au ferblantier, voire à l'orfèvre et au bijoutier. Il n'est aucun de ces praticiens qui ne puisse trouver là l'utile « tuyau », cherché en vain partout ailleurs, la façon de remédier à tel insuccès, le moyen de réaliser telle chose nouvelle ignorée à l'atelier, cent précieux enseignements qui lui économiseront le centuple de la valeur du volume.

De la lumière au son..., par P. Vivier. — Collection des *Nouvelles séries* (Prix, 7 fr.).

Reprenant sur de nouvelles bases d'anciennes expériences de Newton, des remarques de Chevreul, l'auteur de l'étude des teintes, tire sur la nature et les modalités de la lumière, des conclusions jetant un jour nouveau sur l'ionisation, et qui seront avantageusement applicables à la spectroscopie et aux phénomènes électromagnétiques. Il dégage ensuite la relation qui existe entre les parties du temps et les éléments de la lumière, entre les *Heures* et les *Couleurs*, entre la gravifique et l'électricité.

Ailleurs, il introduit, — interprétant notamment les travaux de P. Curie, — les notions d'*Entrefers* dans les intervalles de temps à l'égard de la température, — et nous fait aborder ou approfondir les questions de potentiel d'éclatement, d'orthogonalité, de rectilignité initiale : bref, nous présente un système de références universel.

TRIBUNE DES ABONNÉS

*Notre Tribune est une rubrique de renseignements mutuels ouverte à tous nos abonnés. La Rédaction de l'*Electricien *n'est pas responsable des réponses fournies. Nous prions nos lecteurs de limiter leurs demandes au domaine de la pratique industrielle.*

DEMANDES

N° 484. — J'ai en surveillance un moteur triphasé en court-circuit 3 HP. En démarrant ce moteur seulement sur des transmissions, il arrive parfois que je suis obligé de l'aider en tirant sur la courroie tandis que d'autres fois il part sans hésitation. J'ai pu constater au voltmètre que lorsque je suis obligé de l'aider la tension aux bornes du moteur est bonne. A quoi attribuer ce phénomène ?

N° 485. — Je désirerais brancher sur circuit lampes d'éclairage une bobine de self réglable par vis à main pour faire varier la tension aux bornes des lampes dans un rapport de moitié. Existe-t-il maison vendant cet article. Sinon pourriez-vous me donner indication (dimensions) du circuit magnétique grosseur et longueur du fil pour construire cet appareil ?

N° 486. — 1° J'ai à faire l'installation d'une usine dont le bâtiment a 200 mètres de long sur 20 de large. Sur chacun des 2 grands côtés je dois alimenter différents moteurs dont la puissance totale est de 120 chevaux par ligne, soit au total 240 chevaux. Le courant qui alimentera l'usine sera de l'alternatif triphasé 15.000 volts, 50 périodes, donnant 220 volts à la basse tension pour la force. Quelle section devrai-je donner à chacune de mes deux lignes et comment établir ce calcul ?

2° J'aurai comme éclairage 19 lampes 400 bougies 1/2 watt, 10 lampes 1.000 bougies et 50 lampes 50 bougies réparties comme la force 1/2 sur une ligne suivant le grand côté de l'usine, 1/2 sur l'autre. L'alimentation se fera avec les 3 phases et le neutre, soit 4 fils. Quelle section devrai-je donner aux fils d'alimentation et comment faire ce calcul ?

3° Si ces deux cas se présentent en courant continu, comment faire ces deux calculs ?

N° 487. — Dans un transformateur le neutre est-il la masse de l'appareil ou autrement dit la terre ; ou est-il un enroulement indépendant des 3 autres enroulements der phases ? Serait-il relié directement aux masses de fes doux qui sont à l'intérieur des enroulement primaires ?

N° 488. — J'ai deux batteries d'accumulateurs montées en parallèle ; la première a une force électromotrice de 50 volts et une résistance intérieure de 2 ohms ; la deuxième a une force électromotrice de 46 volts et une résistance de 1 ohms.

Je voudrais savoir : 1° Quelle sera l'intensité dans chaque batterie lorsque la résistance du circuit extérieur sera infinie ; 2° Quelle sera la valeur de la résistance extérieure pour laquelle le courant sera nul dans la 2e batterie. 3° Quelle sera la valeur cette résistance pour laquelle chacune des batteries débitera dans le circuit extérieur le même courant ; ou si vous préférez une formule me permettant d'établir ces trois données.

N° 489. — Serais reconnaissant à lecteur de l'*Electricien* qui pourrait me procurer les quatre numéros de janvier et de février 1921 (Nos 1267, 1268, 1269, 1270). Dire à quel prix.

N° 490. — M. X... entrepreneur d'installations électriques fait un devis pour M. A.

Une fois les travaux exécutés, c'est-à-dire six mois après, M. X... présente un mémoire dans lequel figure une plus value pour majoration de prix de matières premières, main-d'œuvre, etc., survenus pendant l'exécution du travail.

Le client doit-il accepter cette majoration ?

N° 491. — Demande explication sur court-circuit occasionnant début d'incendie dans conditions ci-après

Un court-circuit s'est produit entre un tuyau de gaz et une poutrelle en fer en double T bâtie et formant entrait à une devanture de magasin. L'établissement est éclairé à l'électricité 110 volts triphasé 25 périodes, la force motrice 220 volts. La ligne d'alimentation accuse une perte de 110 volts générale dans tout le quartier, sans que l'installation intérieure aussi bien en force motrice qu'en éclairage n'accuse de perte (fig. 1).

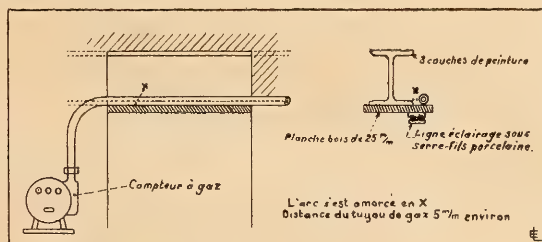


Fig. 1.

Nota. — Une console supportant la ligne de distribution est bâtie au 3e étage de la maison et le magasin au rez-de-chaussée.

N° 492. — Je possède en ce moment un groupe de 2 dynamos 110 volts 50 ampères accouplées pour fournir 220 volts. Lorsque je charge la batterie d'accumulateurs, j'adjoins à ce groupe un survolteur de 90 volts 20 ampères.

Comme je vais remplacer mes dynamos de 50 ampères par d'autres me donnant 85 ampères, y a-t-il des précautions à prendre pour les accoupler avec le survolteur pour changer la batterie ?

N° 493. — Pourriez-vous m'indiquer quels sont les prix les plus bas de l'hectowatt-heure pratiqués dans le département de Seine-et-Oise ? Ou y-a-t-il un annuaire donnant ces renseignements ?

N° 494. — Désirerai voir traiter une question relative à l'ohmmètre à deux cadres au sujet de sa construction et manipulation.

N° 495. — Après lecture de la réponse n° 405, je me permets d'ajouter une question, celle, n° 128 du 1er septembre 1920 de l'*Electricien* n° 1259, à laquelle il ne m'a pas été répondu.

A mon avis, les méthodes indiquées pour la vérification des condensateurs indiquent que celui-ci est ou n'est pas mauvais mais je ne crois pas qu'elles puissent indiquer qu'une partie des armatures sont hors circuit.

Je voudrais donc savoir s'il existe un appareil indiquant qu'un condensateur a sa capacité réduite ou non.

N° 496. — Quelqu'un pourrait-il m'indiquer un ouvrage traitant pratiquement de la téléphonie à Batterie centrale avec schémas des postes et des différents organes du Standard.

N° 497. — Existe-t-il un traité, une formule ou un procédé quelconque permettant de mouler de la matière isolante dans le centre d'un collecteur de moteur; la matière devant résister à la température de 100 à 120 degrés.

N° 498. — Pourrait-on me dire comment calculer une bobine de Ruhmkorff en partant comme base 2 ou 4 volts au primaire et 18 à 20 millimètres d'étincelle au secondaire, ou m'indiquer un livre traitant cette question.

N° 499. — Serais reconnaissant à qui pourrait me faire connaître une étude sur les accumulateurs au nickel, leur principe, construction, utilisation.

N° 500. — Serais heureux de voir traiter les questions concernant la téléphonie sans fil.

N° 501. — Par quels procédés arriverais-je à polir ou rendre très lisse des blocs d'ébonite brut, que j'ai travaillé pour l'appareillage de télégraphie.

N° 502. — Ayant des lignes aériennes de différentes tensions à poser, je désirerais connaître s'il n'est pas une convention réglant l'écartement des câbles mis en rapport avec leurs tensions électriques et quel serait par exemple l'écartement nécessaire pour des lignes aériennes de 250, 500 et 15.000 volts.

++

Demandes d'adresses de constructeurs.

N° 503. — Ayant l'intention de monter un groupe électrogène avec moteur à essence et dynamo 110 volts pour la soudure électrique dans toutes ses applications, quelqu'un pourrait-il m'indiquer les maisons construisant ce genre d'appareil et à quel prix.

Dans tous les groupes que j'ai vu jusqu'à présent j'ai remarqué que lorsque le soudeur se met en court-circuit le moteur ralentit pour s'emballer aussitôt que l'électrode a quitté le point. N'existe-t-il pas un régulateur permettant de forcer le moteur lorsqu'il est plus chargé et inversement de façon d'obtenir toujours la même vitesse de régime ? Quelles sont les maisons qui construisent ce régulateur ? En admettant que lorsque le soudeur se met en court-circuit la dynamo débite 150 ampères, quelle devra être la force du moteur pour obtenir une bonne marche régulière. Quelle est la formule à employer en tenant compte de la course des pistons et de la vitesse du moteur.

N° 504. — Quelqu'un pourrait-il me renseigner sur un moteur répondant aux données suivantes : moteur à courant continu, fonctionnant sur 16 ou 20 volts donnés par accumulateur de 150 ampères-heure. Puissance de 3 à 5 chevaux.

Prière de donner : prix, puissance, voltage, adresse du constructeur.

Ce moteur devant servir à actionner une voiturette automobile électrique, doit être du type des moteurs de démarrage électrique.

N° 505. — Adresse d'une maison fabriquant les isolants et susceptibles de fournir de la fibre rouge en plaques de 4 à 5 millimètres.

N° 506. — Fondeurs de grilles en fonte pour résistances de moteurs de tramways.

N° 507. — Où pourrais-je trouver un appareil permettant d'allumer une lampe dans ascenseur en y entrant et que l'extinction se produise à sa descente.

RÉPONSES

N° 424 R. — Je crois que pour pouvoir actionner un tableau de sonnerie à aiguilles polarisées avec du courant alternatif, on pourrait employer un genre de relais polarisé de façon à n'utiliser que 1/2 alternance. On pourrait construire, je pense, un appareil assez simple comme le croquis (fig. 2), et en employant en partie des éléments de sonnerie, je vous donne seulement une idée, car moi-même je n'ai pas essayé de résoudre cette difficulté, mais je crois qu'il est facile de le faire sans beaucoup de frais, pour remplacer les piles sans changer le tableau.

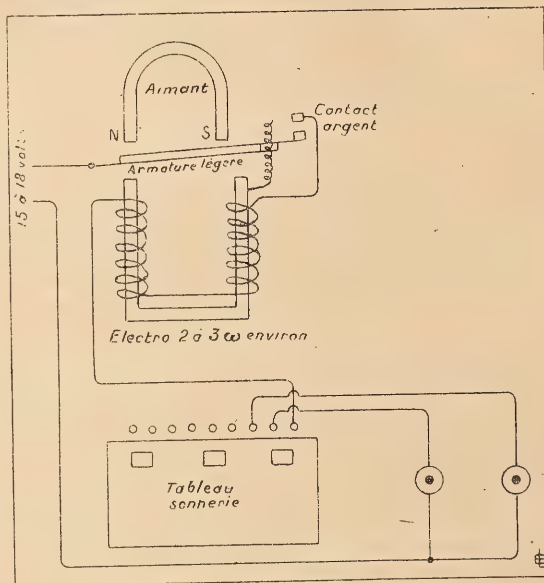


Fig. 2.

N° 426 R. — Pour que la chute de tension du câble négatif, soit 0, une fois mis à la terre, il faudrait que les deux prises de terre n'aient pas de résistance; pour cela, il faudrait que leurs surfaces *soient considérables* ou qu'elles soient formées par des conduites métalliques ayant une résistance insignifiante par rapport à l'intensité qui reviendrait par la terre. En pratique, les terres ont toujours une assez grande résistance et ne peuvent servir au retour de courant un peu important sans une forte chute de tension aussi elles ne sont employées qu'en télégraphie et téléphonie ou les intensités sont des plus minimes des dixièmes d'ampère. En outre l'administration interdit l'usage de la terre comme conducteur de retour pour des installations particulières d'électricité. B. Corcevay.

N° 429 R. — Un moteur asynchrone ne peut pas fonctionner en génératrice, mais il peut fournir du courant en renforçant le courant qui l'alimente, mais pour cela il faut qu'il soit branché sur le circuit qui peut l'alimenter et maintenir son excitation pour lui faire fournir du courant, il suffit alors d'augmenter sa vitesse de 2 à 4 %, à ce moment, le moteur asynchrone redonne du courant à ligne, correspondant à la puissance qui lui est fournie, ce système est du reste employé dans certains cas, mais dans le cas présent ne peut convenir car les moteurs en question doivent certainement être alimentés par un secteur.

N° 434 R. N° 438 R. — La Société d'exploitation des Brevets Vereecke, 75, avenue Jean-Jaurès, Paris, cons-

truit le petit appareillage destiné à l'aménagement électrique des voitures automobiles.

N° 432 R. — Si ordinairement l'atelier qui utilise les 5 moteurs de 4 HP travaille régulièrement alimenté par le secteur, il n'y a pas à hésiter, il faut remplacer les 5 petits moteurs de 4 HP à courant continu par 5 autres à courant triphasé en cage d'écureuil, *démarrage, étoile, triangle*, car il est facile de se rendre compte qu'en travaillant huit heure, par jour les moteurs directement alimentés par le secteur économiseront environ de 25 à 27 kilowatts-heure par jour de huit heures, soit par an pour 300 jours de travail 6.000 à7.160 kilowatts-heure.

En effet, en comptant un rendement de 0,90 pour la génératrice à courant continu et autant pour le moteur triphasé qui l'actionnera, il faudra absorber en pure perte pour l'entretien de la marche du groupe par heure : 1° Génératrice 22 HP 16 kw, 200 watts (0,90) 1 kw. 620 watts; 2° Moteurs, 24 HP 17 kw. 820 watts (0,90) 1 kw.780 watts, soit pendant la marche, 3 kw. 400 watts perdus à l'heure pour la marche en charge, puissance perdue qui ne baissera pas beaucoup, pendant la marche à 1/2 puissance, puisque les watts perdus sont ceux absorbés par les excitations de la génératrice et du moteur et comme le rendement appliqué, 0,90, est assez élevé pour l'ensemble on peut donc compter sur cette perte en watts, qui correspondrait pour une marche de huit heures par jour 27.200 watts et par an pour 300 jours, à 7.160 *kilowatt heure* sans compter encore la simplicité de l'installation et l'entretien du groupe convertisseur. Du reste, la vente de l'ancien matériel paiera en partie l'achat des nouveaux moteurs.

N° 439 R. — La Société Lacarrière nous informe qu'elle n'a jamais offert à sa clientèle l'échange des lampes usagées, comme il a été indiqué à tort par un correspondant dans *l'Electricien* du 1er janvier 1922.

N° 436 R. — Je crois que la maison Coureau, à Saint-Rémy, par Châlon-sur-Saône (Saône-et-Loire) pourrait faire sur dessin les pièces en terre réfractaire de toutes dimensions pour appareils de chauffages électriques.

N° 441 R. — Les explosions qui se produisent au moment des démarrages, lorsque la plaque du rhéostat vient toucher le liquide peuvent provenir de deux causes, ou le liquide est trop conducteur ou il surnage à la surface du liquide des sels ou oxyde de fer qui se forment au moment des démarrages par l'électrolyse de la plaque de fer, ces sels amorcent des arcs entre les deux électrodes et produisent des explosions plus ou moins violentes qui projettent du liquide, on peut atténuer ces projections de liquide en répandant sur le bain un peu de glycérine.

Le liquide trop conducteur peut aussi produire le même effet, ordinairement pour former ce liquide conducteur, il est préférable de mettre dans l'eau du carbonate de soude ($NaOCO^2$) au lieu de potasse et le dosage se fait facilement par tâtonnement, car il dépend des dimensions du rhéostat, de l'espace des électrodes entre elles, de l'intensité demandée au démarrage et du voltage. Dans ces conditions, on ne peut arriver à un bon résultat que par tâtonnement ce qui est facile à faire en ajoutant progressivement au bain de la dissolution de carbonate de soude préparée d'avance pour 500 volts, il faut un liquide peu conducteur et ne contenant que peu de soude.

B. CORCEVAY.

N° 442 R. — Vous ne pouvez pas vous servir d'une citerne comme prise de terre pour parafoudre, le contact avec le sol étant loin d'être intime comme il le faut.

R. D.

N° 444 R. — En théorie, on peut toujours faire une portée quelconque avec un câble quelconque, mais le calcul peut conduire à des dimensions de ferrures et de pylônes inacceptables et à des prix d'établissement formidables.

Pour la question que vous posez, il manque certains renseignements, car la flèche et l'effort sur les ferrures sont deux grandeurs qui sont fonction l'une de l'autre et elles ne peuvent être inconnues simultanément.

On doit d'abord connaître le métal qui constitue la ligne (charge de rupture, coefficient d'élasticité et coefficient de dilatation linéaire). Ensuite, il faut savoir quel coefficient de sécurité vous adoptez 3,5 ou 10.

L'effort et la flèche varient selon toutes les données ci-dessus et encore avec la température et les conditions atmosphériques choisies pour le calcul (vitesse du vent, surcharges de neige, givre ou verglas).

Néanmoins, on peut donner un ordre de grandeur du résultat.

Supposons que la ligne soit en cuivre ordinaire, de charge de rupture 40 kilogrammes par millimètre carré. Admettons en coefficient de sécurité de 10, la tension maximum admissible aux points d'attache (en supposant qu'ils sont tous les deux à la même hauteur), sera alors de 4 kilogrammes par millimètre carré et l'effort total du câble sur les supports d'isolateurs sera :

$$4 \times 120 = 480 \text{ kilogrammes.}$$

En admettant que la tension à la base de la chaînette soit pratiquement égale à la tension aux points d'attache on peut écrire :

$$f = \frac{a^2 p}{8 t s}$$

f = flèche en mètres, a = portée en mètres, p = poids en kilogrammes par mètres du câble, t = tension en kilogrammes par millimètres carrés, s = section en millimètres carrés, d'où :

$$f = \frac{100^2 \times 1{,}17}{8 \times 4 \times 120} = 3{,}05 \text{ mètres.}$$

L'effort maximum total sera donc par câble de 480 kilogrammes et la flèche minimum de 3,05 mètres.

En admetant ces chiffres comme ceux correspondant aux conditions les plus défavorables combinées, on calculera la tension et la flèche de pose correspondant à la température et aux conditions atmosphériques du jour de la pose. L'effort sera évidemment moindre et la flèche plus grande.

Enfin, si les deux points d'attache ne sont pas à la même hauteur on conduira le calcul pour le point d'attache le moins favorisé.

E. FRANÇOIS.

N° 446 R. — Ces appareils existent depuis longtemps et tous les fabricants d'appareillage haute tension pourront

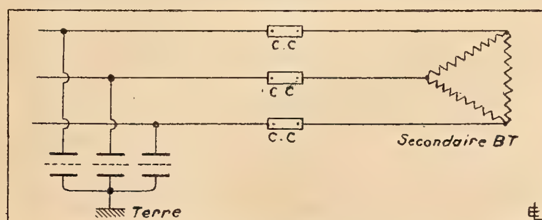


Fig. 3.

vous en fournir. En principe ils comprennent deux plaque de cuivre séparées par une rondelle de mica perforé.

Lorsqu'un contact s'établit entre haute et basse tension, l'isolement est traversé par l'étincelle, les bornes du secondaire sont mises en court-circuit et la fusion des fusibles provoque la mise hors circuit du transformateur avarié (fig. 3). R. D.

N° 447 R. — Une étude de M. Boucherot ayant pour objet le calcul des bobines de self à noyau droit a paru dans la *Revue Electrique* du 26 avril 1912. Vous y trouverez les éléments nécessaires pour le calcul de votre bobine.
R. D.

N° 451 R. — Je crois que pour atténuer presque complètement les irrégularités qui se produisent dans la lumière provenant des coups de piston du moteur Diesel, il faudrait simplement mettre directement sur l'arbre de la génératrice un volant assez lourd et surtout ne pas trop tendre la courroie de transmission, j'ai vu ce procédé employé *avec succès* à l'Imprimerie nationale, sur des génératrices de 30 kilowatts actionnées par courroie, par des moteurs à gaz de ville Chanon. B. Corcevay.

N° 451 R. — Vous pourriez peut-être essayer de placer sur votre réseau un moteur entraînant un gros volant très lourd. Le moteur fonctionnerait comme génératrice à chaque baisse de tension.

N° 452 R. — Ordinairement dans le genre de machines à papier qui demandent des vitesses très progressives, il faut employer le dispositif Léonard, qui consiste à avoir une excitatrice séparée permettant d'exciter indépendamment la génératrice et le moteur, ce qui permet, étant maître du voltage, d'avoir au moteur des vitesses progressives et correspondantes au voltage, du reste, ce procédé est employé en grand, pour les machines d'extraction des mines et pour obtenir les différentes vitesses dont on a besoin, il suffit d'agir simplement sur l'excitation de la génératrice et du moteur par les rhéostats de champ, sans interposition d'autre rhéostat sur le courant principal, ce qui a l'avantage de conserver un très bon rendement à l'ensemble du système pour toutes les vitesses.
B. Corcevay.

N° 454 R. — Non seulement il n'y a aucun inconvénient à mettre à la terre le fil neutre de votre distribution triphasée, mais pratiquement il est nécessaire que ce fil soit toujours relié à la terre, de façon à éviter les accidents qui peuvent se produire par des contacts pouvant se déclarer accidentellement dans les différentes installations de votre réseau, accidents qui ont été décrits dans le numéro 1286 de l'*Electricien*, du 15 octobre dernier, en réponse à la demande 341, car ces mêmes accidents peuvent se produire sur une distribution triphasée à 4 fils dont 3 fils de phase et un fil neutre, que sur une distribution à 3 fils 2 fois 110 volts ou 2 fois 220 volts, la seule différence consiste en ce que le voltage extrême dans la distribution triphasée est de 1,73 au lieu d'être 220 ou 440 volts dans celle à 3 fils, 2 fils de pôle et un neutre.
B. Corcevay.

N° 457 R. — Les maisons suivantes fournissent du fil chrome-nickel pour appareils de chauffage :

Société Electron, 124, rue du Faubourg St-Martin, Paris.
Société Electra, à Saint-Louis (Alsace).
Ducastel-Blandin 61, rue Nationale, Lille.

N° 459 R. — La Société d'exploitation des Brevets Vereecke, 75, avenue Jean-Jaurès, fait tous les travaux de bobinage. E. François.

N° 463 R. — La résistance du shunt doit être :

$$8\omega,98 : 9 = 0\omega,998$$

s'il s'agit d'un appareil à courant continu ou thermique à courant quelconque. L. B.

N° 465 R. — *Dénickelage.* — D'après M. Hodgkinson, on peut dénickeler en plongeant les pièces dans un bain de nitrate d'ammonium fondu ou en dissolution aqueuse, chaude et concentrée. Ce traitement convient aux pièces de fer, de plomb, d'aluminium ou d'étain qui restent indemnes alors que le nickel, le cuivre et le zinc sont rapidement dissous. L'intervention de l'électricité n'est pas nécessaire ici. L. B.

N° 469 R. — L'*Electricien* a déjà publié plusieurs notes sur l'étallonnage des compteurs. Pour détails, voyez l'ouvrage *Les compteurs d'électricité*, par Fichter (Dunod, édit. 12 fr.). E. B.

N° 474 R. — Les faits constatés sont certainement mal exposés car, à prendre la question à la lettre, on comprend qu'il s'agit d'un élément dont les groupes de plaques feraient disparaître en quelques heures tout l'acide sulfuriqne contenu dans l'électrolyte, ce qui ne pourrait s'expliquer que si :

1° On suppose que les plaques sont d'une porosité inusitée.

2° Si l'élément était rempli primitivement d'électrolyte très diluée (densité voisine de 1,1).

3° Si l'élément était mis en court-circuit franc afin de favoriser la formation du sulfate de plomb.

Or, d'une part, les différences entre les porosités des plaques de diverses séries de fabrication sont toujours très peu sensibles et contrôlées avant livraison des batteries, et, d'autre part, il est impossible que les autres conditions ci-dessus se trouvent êere remplies à la fois, ce qui impliquerait d'ailleurs un manque de surveillance de la batterie.

Nous vous soulignons qu'un groupe de plaques, qui aurait séjourné dans l'eau pendant un mois, et qui serait en conséquence débarrassé de toute trace d'acide sulfurique introduit dans le bac normal de l'élément pour lequel il est prévu, contenant de l'électrolyte de densité 1,3, ne ferait descendre celle-ci qu'à 1,1, la densité remontant d'ailleurs à 1,15 après première décharge.

Vous pouvez, d'autre part, signaler à votre abonné que le temps nécessaire pour la pénétration de l'acide dans les plaques n'est pas inférieur à 12 heures dans les conditions normales. C. G. E. N.

N° 476 R. — Je puis vous fournir tel modèle de redresseur de courant qu'il vous plaira, faire connaître la fréquence du courant alternatif. En tous cas cette question a déjà été traitée dans *l'Electricien.* J.-M. Moufflet, Coudekerque (Nord).

N° 483. R. — Pour bains de nickelage, je connais à Belfort une belle occasion : 2 cuves, tableau avec ampèremètre et voltmètre, dynamo n'ayant jamais servi, serait cédé à bas prix. E. Jeannenez, 25, rue de Mulhouse, à Belfort.

N° 500 R. — Voyez l'article, page 49.

N° 501 R. — Le polissage de l'ébonite se fait, après meulage avec meule fine sous un filet d'eau, avec des feutres soit secs, soit enduits de pâte à polir tournant à grande vitesse. (Voir *La Nature*, 22 octobre 1921.)

N° 505 R. — Vous pourrez trouver des plaques de fibre chez MM. Démoly et Martinot, 44, rue Saint-Lazare, Paris.

M. Calamatianos, à Bruxelles. — Téléphone Engineer, Monadnock Bldg Chicago. Votre invention demanderait plus de détails si vous voulez qu'elle soit publiée et si elle est brevetée.

Le Gérant : L. De Soye

L'ÉLECTRICIEN

Rédacteur en chef : Maurice SOUBRIER

Secrétaire général : L.-D. Fourcault

DUNOD, Éditeur. 49, quai des Grands-Augustins, PARIS, VIe. — *Tél.* : GOB. 19-38 et 53-01

EXPLOITATION

Régulateurs électriques automatiques extra rapides.

Il a été donné dans un précédent article la description de quelques régulateurs automatiques (1). Nous présentons ici un nouveau régulateur de conception et de fabrication entièrement françaises, permettant un fonctionnement extra-rapide et une grande facilité de réglage et de mise au point.

Avant de décrire le principe du nouveau régulateur qui fait l'objet de cet article, nous allons résumer le fonctionnement des appareils actuellement existants, qui se différencient par la façon dont est assurée la liaison de l'organe de mesure régulateur aux organes commandés.

Les régulateurs décrits ici peuvent être également employés comme régulateurs de vitesse, de pression, etc... en remplaçant l'appareil de mesure électrique par un dispositif approprié.

Nous nous occuperons surtout ici des régulateurs de tension agissant sur des rhéostats d'excitation, soit directement (régulateurs vibrants), soit indirectement (régulateurs avec servo-moteurs).

Dans tous ces appareils, il est nécessaire de prévoir une réaction des dispositifs conduits sur l'appareil de mesure. Cette réaction a reçu le nom d'asservissement. Si cette disposition n'était pas réalisée, il se produirait qu'au moment d'un réglage, en raison des inerties de toutes sortes, mécaniques et électriques, les appareils commandés par le régulateur (rhéostat, vannes de turbines, électrodes de fours ,etc.) dépasseraient la position normale d'équilibre, et un réglage ne pourrait être obtenu qu'après un certain nombre d'oscillations.

Cet asservissement est réalisé par les différents constructeurs à l'aide de dispositifs solidaires des dispositifs conduits et réagissant sur l'appareil de mesure régulateur, soit mécaniquement, soit électriquement.

Régulateur Tirrill. — Ce régulateur agit par l'introduction dans le circuit d'excitation d'une résistance fixe (1), figure 1, qui est court-circuitée par un contact vibrant (2), dont l'électro est commandé par le contact vibrant (3), mis en action par la tension à régler; (4) et (5) sont des enroulements

(1) Voir *l'Electricien* du 1er octobre 1921.

différentiels. L'ouverture de (3) fait ouvrir (2), la tension baisse; (3) revient au collage, et il s'établit un régime de vibration permanent par la succession très rapide de ces opérations.

On conçoit que la modification de la fréquence des court-circuitages permette de faire varier le régime d'excitation, par conséquent la tension. Cette variation de fréquence est obtenue automatiquement, en alimentant les électros des contacts vibrants par la tension à régler et en déterminant judicieusement les constantes des différents enroulements et organes.

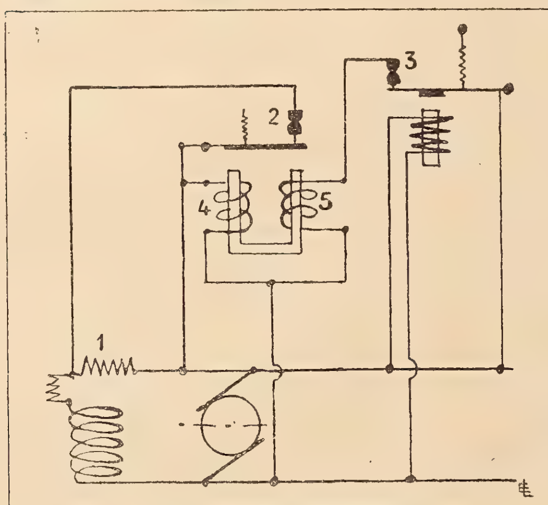


Fig. 1. — Régulateur Tirrill.

Ce régulateur possède les inconvénients des dispositifs à contact vibrant au point de vue du déréglage, de l'entretien et de la mise en service, qui demande quelques tâtonnements. D'autre part, toutes les machines ne se prêtent pas à ce genre de régulation.

Régulateurs Thury. — A bras oscillant, on en a vu la description dans un précédent article (1). Une balance électro-magnétique porte à l'extrémité de son fléau un doigt pouvant agir sur deux encliquetages faisant tourner une roue à rochet dans un sens ou dans l'autre. On monte sur l'axe de cette roue à rochet le bras porte-balais, le rhéostat d'excitation se trouve ainsi manœuvré automatiquement par le jeu de la balance régulatrice.

L'inconvénient de ce dispositif est d'être d'un fonctionnement très lent. L'avance de la roue à rochet ne pouvant se faire que dent par dent.

Régulateurs Thury-Guénod extra-rapides. — Une balance électro-magnétique agit par l'extrémité de son fléau sur un petit tiroir de distribution d'huile sous pression, aussi bien équilibré que possible (1), figure 2. Suivant les déplacements du fléau, ce tiroir admet l'huile dans un piston circulaire de part ou d'autre d'un volet (2), formant piston circulaire dans le cylindre (3), et fixé sur un arbre (4), portant le bras porte-balais du rhéostat d'excitation de la machine à régler. Suivant que l'huile est admise en A ou en B, le déplacement du bras porte-balais s'effectue dans un sens ou dans l'autre et provoque ainsi le réglage d'excitation nécessaire. Ce dispositif permet une régulation extrêmement rapide. Les diagrammes démontrent la régulation en une seconde et demie de la

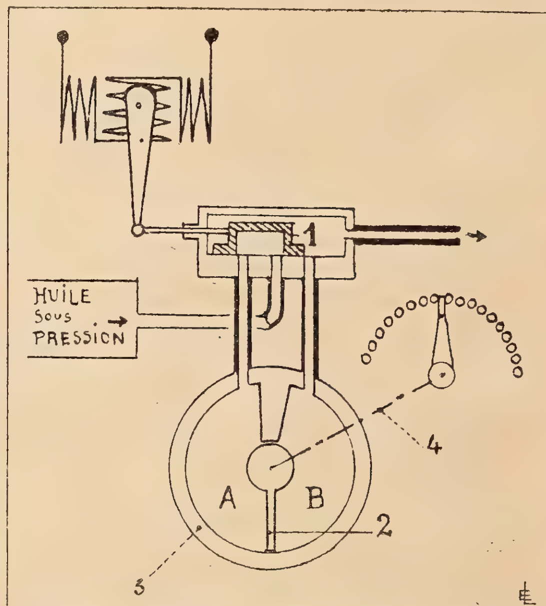


Fig. 2. — Régulateur Thury-Guénod extra-rapide.

tension d'un alternateur 1.000 kilowatts passant par le fonctionnement d'un disjoncteur de la pleine charge à la marche à vide. Il a les inconvénients de tous les appareils employant un fluide sous pression et nécessite un groupe compresseur qui élève fortement son prix.

L'asservissement, d'autant plus nécessaire que l'appareil est à action plus rapide, est obtenu comme dans le régulateur Thury par un dash pot à huile, réagissant sur le réglage de la balance électro-magnétique commandant le tiroir.

Régulateurs Brown-Boveri. — Ce régulateur agit directement sur le rhéostat d'excitation qui est constitué par un secteur de plots circulaires argentés (1), figure 3. A l'intérieur de ce secteur peut se déplacer une pièce (2), pouvant établir la commutation par roulements sur les

(1) *L'Electricien*, 1er octobre 1921.

plots. L'extrémité de cette pièce s'appuie sur le logement (3), porté par une lame flexible (4), solidaire de l'axe d'un gros appareil de mesure (5). On voit qu'à tout déplacement de l'axe correspondra un déplacement de la pièce (2), par conséquent une modification du régime d'excitation.

La régulation sera donc également rapide, mais la sécurité de fonctionnement d'un tel dispositif se trouve assez faible étant donné la puissance dont on peut disposer sur l'arbre (5) d'un appareil de mesure, même de forte puissance, si on veut conserver une sensibilité suffisante. D'autre part, l'introduction d'un corps étranger, très petit, entre (1) et (2) peut amener de graves perturbations.

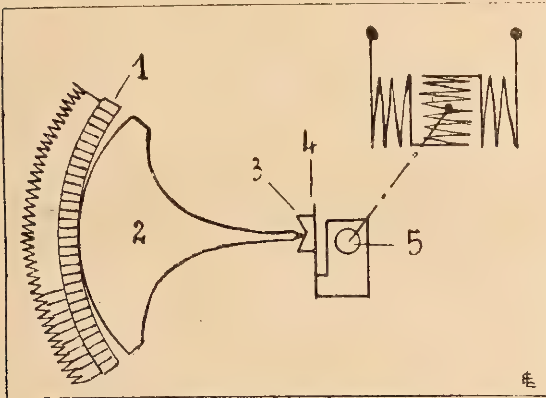


Fig. 3. — Régulateur Brown-Boveri.

Régulateurs Routin. — Une balance électromagnétique commande les relais de mise en marche avant ou arrière d'un servo-moteur entraînant l'arbre du rhéostat d'excitation.

Ce régulateur réalise la première solution qui se présente à l'esprit et est intéressant par des détails de réalisation.

La rapidité d'action plus grande que celle du Thury ordinaire ne permet cependant pas la régulation extra rapide en raison de l'inertie des dispositifs conduits.

L'asservissement est réalisé par un petit électro-aimant agissant sur l'extrémité du fléau de la balance électro-magnétique, lorsque le servo-moteur est en marche.

RÉGULATEURS ÉLECTRIQUES AUTOMATIQUES SYSTÈME BASSET

Ces régulateurs, récemment brevetés, permettent de réaliser toutes les vitesses de régulation, la plus grande rapidité de fonctionnement étant pratiquement limitée par l'inertie magnétique du circuit réglé, les appareils constituant le régulateur ayant une inertie totale de l'ordre de 1/10 de seconde.

Les différents organes principaux dont nous verrons plus loin l'action : servo-moteurs, liaisons électro-magnétiques, asservissements, ont des fonctionnements indépendants les uns des autres au point de vue alimentation et leur action peut être modifiée à volonté dans de très larges limites par la manœuvre de rhéostats ou de potentiomètres, sans qu'on ait à toucher aux appareils réglés par le constructeur.

L'asservissement est obtenu instantanément par des procédés purement électriques agissant directement sur l'organe régulateur, par conséquent avec une rapidité maximum et d'une façon rigoureusement proportionnelle à la rapidité et à l'étendue du réglage. Cette action est, d'autre part, absolument indépendante de la température.

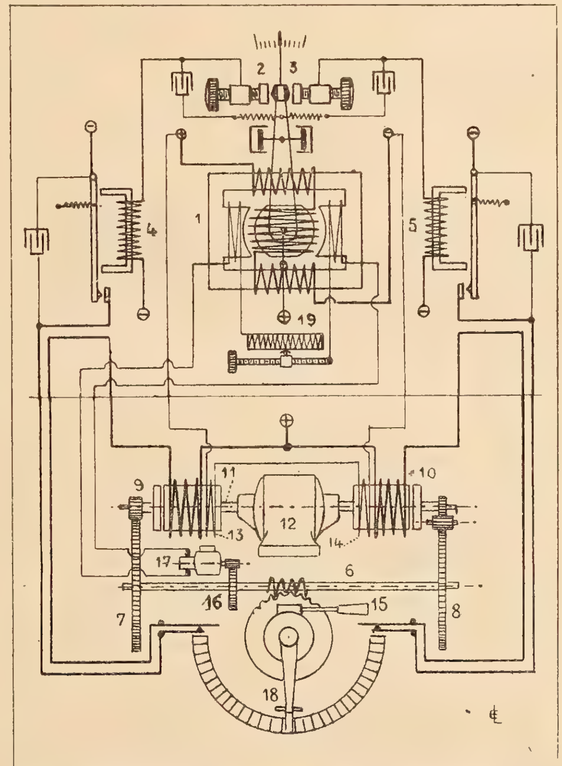


Fig. 4. — Régulateur de tension extra-rapide système Basset pour cadrans à grande intensité.

Lors d'une mise en route, le réglage de l'asservissement, toujours délicat, peut se faire en quelques instants.

Les principes adoptés permettent, d'autre part, la régulation aussi bien avec des servo-moteurs de puissance très faible qu'avec des servo-moteurs de grande puissance. Ils permettent, en outre, la séparation complète des appareils régulateurs et

des dispositifs réglés qui peuvent se trouver à des distances quelconques les uns des autres

Fonctionnement. — Le schéma de la figure 4 est celui d'un régulateur pour cadrans à grande intensité destiné à maintenir constant, sans coumpoundage, le voltage d'une génératrice débitant sur des circuits inductifs. La balance régulatrice (1), montée en voltmètre, assure au moyen de contacts de butée (2) (3), le fonctionnement des relais auxiliaires (4) (5). Les contacts de butée se font platine sur graphite, l'intensité passant dans le circuit (4) (5) ne dépasse pas 8 milliampères dans les cas les plus défavorables. Les dispositifs électriques adoptés permettent de faire fonctionner ces circuits directement sur des tensions de l'ordre de 110 volts; pour des tensions supérieures, un montage potentiométrique est employé ou bien l'alimentation se fait par autotransformateurs et ne nécessite jamais une source auxiliaire. La durée des contacts est pratiquement indéfinie.

L'appareil à régler constitué, soit par l'arbre d'un rhéostat d'excitation, d'un réducteur, d'un commutateur, d'un treuil d'électrode, etc..., est commandé par l'arbre (6), pouvant être entraîné, dans un sens ou dans l'autre, par l'intermédiaire des trains (7) (8).

Les relais (4) (5) ont une très faible inertie et commandent directement l'excitation des embrayages magnétiques d'entraînement (9) (10), solidaires d'une part des trains conducteurs (7) (8), et, d'autre part, d'un arbre (11), conduit par un servomoteur (12) dont la marche est continue.

Les trains (7) (8) sont montés sur des encliquetages de façon a ce que l'un ne soit pas entraîné quand l'autre fonctionne.

Le fonctionnement a lieu lorsque la balance régulatrice (1) établit un des contacts de butée réglés aux limites inférieures et supérieures fixées, les embrayages assurant alors instantanément l'entraînement dans un sens ou dans l'autre de l'arbre (6). L'arrêt des organes entraînés est immédiat lorsque cesse le courant dans les embrayages, quelle que soit à ce moment la vitesse du servo-moteur et l'inertie des pièces qu'il entraîne directement; on conçoit que la vitesse de manœuvre puisse être considérable.

Des enroulements (13) (14), constamment sous courant, assurent une extrême rapidité de désaimantation des embrayages (9) (10).

Dans le cas où les appareils conduits doivent s'arrêter rigoureusement dans des positions déterminées (réducteurs d'accumulateurs par exemple), un blocage électrique des relais (4) (5) est assuré par un cercle de contact supplémentaire concentrique aux plots du rhéostat, l'ouverture de leur circuit étant seulement possible quand les balais sont exactement dans l'axe des plots.

Les bras du rhéostat sont fixés sur les organes d'entraînement au moyen d'un blocage par levier (15), qui agit instantanément, et non pas par volant de blocage par cône, comme dans presque tous les régulateurs actuels. La rapidité du blocage est très précieuse dans le cas de génératrices débitant en parallèle au moment de l'ajustement des régimes et du couplage.

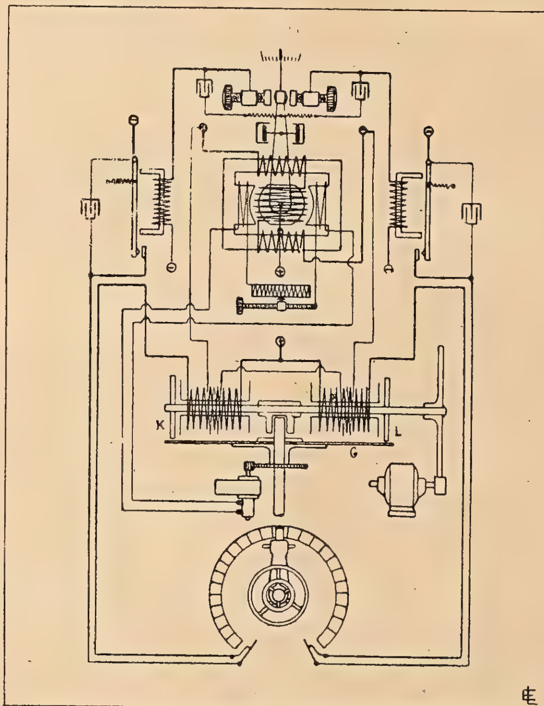


Fig. 5 — Régulateur extra-rapide système Basset pour cadrans à faible intensité.

La fig. 5 représente un régulateur pour cadrans à faible intensité le système mécanique de trains réducteurs étant remplacé par un plateau magnétique flexible G pouvant embrayer sur les disques magnétiques K L.

Précision des réglages. — La précision des réglages n'est limitée, dans le cas des régulateurs de tension, que par les constantes d'établissement des rhéostats d'excitation conduits. La sensibilité de la balance régulatrice devant, de toute évidence, être réglée à une valeur supérieure à celle de la variation que procure le passage des balais du rhéostat d'un plot au plot suivant.

Asservissement. — Un régulateur construit ainsi que nous venons de le décrire n'aurait un

bon fonctionnement que sur un circuit non inductif et à condition de n'avoir besoin que d'un réglage lent. Sur un circuit inductif avec un réglage rapide, il provoquerait sur le réseau des pompages d'autant plus considérables que la correction apportée serait plus grande, et ceci en raison de l'inertie mécanique et électrique des circuits qui entrent en jeu. Par exemple, un régulateur devant régler brusquement une variation importante de charge, dépasserait certainement la valeur d'excitation nécessaire et ne trouverait sa position définitive qu'après une avance et un recul pouvant créer des perturbations sur le réseau, surtout dans le cas d'alternateurs. Il est donc nécessaire que la balance régulatrice ait sa sensibilité automatiquement modifiée pendant toute la durée d'une correction.

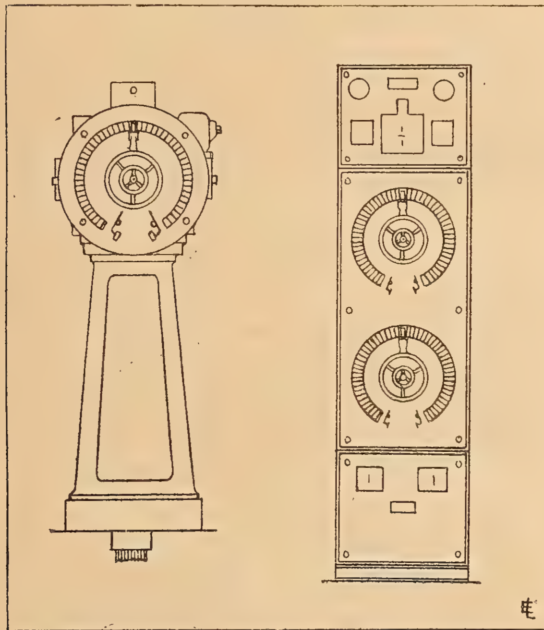


Fig. 6. — Montage sur colonne ou sur panneau.

Il faut de plus que cette variation de sensibilité soit proportionnelle à la rapidité de déplacement du rhéostat d'excitation conduit de façon à ce que, dans tous les cas, la position finale des organes soit atteinte d'un seul coup sans tâtonnements.

Nous avons réalisé d'une façon particulièrement heureuse cette condition importante, par une disposition applicable dans tous les cas permettant de régler la correction de la sensibilité avec une extrême précision et ne nécessitant pas d'organes mécaniques agissant sur le régulateur.

L'axe (6), figure 4, de l'appareil réglé (rhéostat par exemple), entraîne par un train (16) l'induit d'une petite génératrice de très faible puissance (17); l'inducteur est constitué, soit par un aimant, soit par des électros feuilletés excités par le courant continu de l'installation ou par le courant alternatif à régler; le courant de cette génératrice agit sur le *flux excitateur de la balance régulatrice* (1), de façon à renforcer ou à diminuer le flux magnétique, suivant que la génératrice (17) tourne dans un sens ou dans l'autre. La sensibilité du régulateur se trouve donc modifiée ainsi qu'il est nécessaire et d'une manière rigoureusement proportionnelle à la rapidité de déplacement de (18). Le réglage de l'action de (17) sur (1) est réglable avec une haute précision par le rhéostat à vis micrométrique (19).

Tous les organes de ces appareils sont établis pour un service intensif, sans usure appréciable, toutes les surfaces de contacts étant très larges et massives, et toutes les ruptures se faisant sur pare-étincelles de graphite.

Des dispositifs de sécurité permettent de suspendre l'action du régulateur en cas de surintensité, surtension dangereuse ou ruptures de circuits.

Ces régulateurs peuvent se monter sur colonne ou sur panneau (fig. 6), et ne nécessitent aucune modification aux installations. Ils possèdent une grande souplesse d'adaptation.

J. Basset,
Ingénieur-constructeur.

Essais à très haute tension.

Des essais à la tension de 1 million de volts, réalisés industriellement pour la première fois en septembre 1921 par la General Electric C° dans ses usines de Pittsfield (Etats-Unis) ont permis de vérifier les principaux phénomènes électriques de la haute tension. Les expériences ont notamment confirmé la valeur des formules actuelles pour la distance d'éclatement, qui a été trouvée exactement conforme, soit $2^m,70$ entre pointes pour la tension de 1 million de volts.

Une courte ligne monophasée, constituée par un tube de cuivre de 90 millimètres de diamètre, a permis de constater que l'effet de couronne devient visible à l'œil à partir de 900.000 volts. Enfin, a pu constater qu'une chaîne d'isolateurs normaux de 0,25 de diamètre composée de 22 éléments résistait à la tension de 1 million de volts.

Signalons qu'il vient d'être créé par les Etablissements Merlin et Gérin à Grenoble, un laboratoire d'essais à 200.000 volts. Un transformateur monophasé de 50 kva fournit les tensions de 50.000 à 250.000 volts utilisées pour les essais de l'appareillage à haute tension ou pour les recherches industrielles. L. D. F.

***

Calcul rapide des rhéostats.

RHÉOSTAT DE DÉMARRAGE

Le rhéostat de démarrage est un appareil permettant le démarrage d'un moteur avec un courant ne dépassant pas l'intensité normale de plus de 25 % et dans un temps variant de 10 à 60 secondes suivant la puissance.

Les résistances ne doivent et ne peuvent rester en circuit en dehors du temps de démarrage.

Machines à courant continu.

1[er] *procédé.*

On connaît :
la puissance P en chevaux ;
la tension U ;
le rendement ρ égal à 0,80 à 0,85 ;
le nombre de plots n ;
la résistance de l'induit $Ra = \frac{Rt}{100}$ environ ;
la résistance totale $Rt = a$;
le courant normal $In = \frac{P \times 736}{U \rho}$

On se fixe :

Le courant de démarrage Io dont les valeurs sont généralement les suivantes :

Moteurs de 1 à 5 chevaux $Io = 2{,}5\ In$;
6 à 30 chevaux $Io = 2\ In$;
31 à 50 chevaux $Io = 1{,}5\ In$;
51 à x chevaux $Io = 1{,}25\ In$.

On détermine :

le rapport $\frac{In}{Io} = \alpha$

On calcule :

les résistance partielles (entre plots).

Au premier plot nous avons $Rt = \frac{U}{In} = a$;

Au deuxième plot nous avons

$$Rt - r_1 = Rt \times \frac{In}{Io} = Rt\,\alpha = b\,;$$

Au troisième plot nous avons

$$Rt - (r_1 + r_2) = b \times \alpha = c\,;$$

Au quatrième plot nous avons

$$Rt - (r_1 + r_2 + r_3) = c \times \alpha = d\,;$$

Au n^{me} plot nous avons

$$Rt - (r_1 + r_2 + r_3 + r_n) = z \times \alpha = y.$$

Le calcul est terminé et le nombre de plots trouvé lorsque $y < Ra$.

Pour une résistance en fil maillechort argentan de résistivité = 42, on prend pour densité du courant pour un rhéostat restant 30 secondes en circuit $\delta = 20$ ampères par millimètre carré.

La section s se détermine par la formule

$$s = \frac{Io}{\delta}$$

Il y a avantage à ne pas dépasser des fils de plus de 30 à 40/10 de diamètre.

Pour faciliter les calculs et garder traces de l'établissement de ce rhéostat qui peut se représenter une autre fois, on doit dresser le tableau suivant :

PLOTS	RÉSISTANCE		Diamètre du fil.	Longueur.	Diamètre du mandrin.	Nombre de voies en parallèle.	Nombre de boudins en série sur chaque voie.	Nombre de spires par boudins.	Poids total.
	AU n^e PLOT	ENTRE PLOTS							
1	$Rt = \frac{U}{In} = a$	o							
2	$Rt \times \frac{In}{Io} = b$	$a - b$							
3	$b \times \alpha - c$	$b - c$							
4	$c \times \alpha = d$	$c - d$							
n	$z \times \alpha - y$	$z - y$							

2[e] *procédé.*

Il suffit d'employer le tableau donné ci-après. Ce tableau, dans la première colonne horizontale, indique le nombre de plots que l'on se propose de donner au rhéostat et dans la première colonne verticale le repère du plot dont on veut avoir la résistance.

On connaît :
La puissance en kilowatts du moteur ;
La tension aux bornes.
On cherche :
L'intensité normale ;
La résistance totale.
On se donne :
Le nombre de plots du rhéostat.

On obtient les différentes résistances entre plots en multipliant le nombre indiqué dans le tableau par la résistance totale.

TABLEAU II

Numéro de la résistauce.	NOMBRE DE PLOTS								
	5	6	7	8	9	10	11	12	15
1	0,490	0,420	0,355	0,310	0,280	0,255	0,230	0,210	0,173
2	0,280	0,260	0,240	0,220	0,210	0,195	0,184	0,170	0,144
3	0,150	0,180	0,168	0,170	0,155	0,155	0,144	0,140	0,120
4	0,080	0,100	0,110	0,115	0,116	0,115	0,110	0,110	0,105
5		0,010	0,075	0,083	0,090	0,090	0,090	0,090	0,086
6			0,052	0,060	0,067	0,070	0,072	0,075	0,073
7				0,042	0,048	0,052	0,060	0,060	0,062
8					0,035	0,040	0,050	0,050	0,052
9						0,028	0,040	0,040	0,042
10							0,035	0,033	0,038
11								0,027	0,033
12									0,028
13									0,023
14									0,019

Cette méthode donne une solution rapide mais très approximative.

Soit, au moteur de W kilowatts et de V volts, un rhéostat de N plots.

L'intensité est $I = \frac{W}{U}$ en ampères.

La résistance est $R = \frac{U}{I}$ en ohms.

Le rhéostat se calculera de la façon suivante :

Résistance entre le 1er et 2e plot pour N plots

$$a \times R = r_1$$

Résistance entre le 2e et 3e plot pour N plots

$$b \times R = r_2$$

etc.

Le total $r_1 + r_2 + r_n = R$ au Nme plot.

3° *procédé.*

On emploie la règle à calcul et un compas.

On connaît :

La puissance en kilowatts du moteur ;

La tension aux bornes.

On cherche :

L'intensité normale ;

La résistance totale.

On se donne :

Le nombre de plots ;

La chute ohmique dans l'induit généralement 1/20 de la résistance totale.

Soit un moteur semblable au précédent ;

La résistance totale est R en ohms ;

La chute ohmique dans l'induit est 1/20 de R.

On prend sur l'échelle supérieure de la règle à calcul une ouverture de compas correspondant aux points 1/20 de R et R. On mesure cette distance avec un centimètre et on la divise par le nombre d'interplots soit N — 1.

On porte cette nouvelle distance sur l'échelle supérieure de la règle à calcul, et l'on obtient le valeur de la résistance à chacun des plots. La différence entre chacun d'eux donne la résistance entre plots.

Comparaison des trois méthodes pour un moteur de :

Puissance en kilowatts ; 5,5.

Tension en volts ; 110.

Nombre de plots : 7.

Résistance totale en ohms : 2,2.

1er *procédé.*

Courant normal = In = 50 ampères.

Résistance de l'induit = $Ra = \frac{2,2}{100} = 0,022$.

Courant de démarrage $Io = 2\ In = 100$ ampères.

Rapport $\frac{In}{Io} = 0,5$.

PLOTS	RÉSISTANCE	
	Au plot.	*Entre plots.*
1	$Rt = \frac{U}{In} = a = 2,2$	0
2	$Rt \times \frac{In}{Io} = b = 2,2 \times 0,5 = 1,10$	1,100
3	$b \times 0,5 = c = 0,55$	0,550
4	$c \times 0,5 = d = 0,275$	0,275
5	$d \times 0,5 = e = 0,137$	0,138
6	$e \times 0,5 = f = 0,068$	0,070
7	$f \times 0,5 = g = 0,034$	0,036
8	$g \times 0,5 = 0,017$	0,019

Ce procédé qui détermine lui-même le nombre de plots, nous donne une résistance totale de 2,188 voisine de 2,2 demandée.

2e *procédé.*

Courant normal In = 50 ampères.

Résistance totale Rt = 2,2 ohms.

Nombre de plots N = 7.

Plots.	*Calcul.*	*Résistance entre plots.*
1	0,355 × 2,2 =	0,780
2	0,240 × 2,2 =	0,528
3	0,168 × 2,2 =	0,370
4	0,110 × 2,2 =	0,242
5	0,075 × 2,2 =	p,165
6	0,050 × 2,2 =	0,111
7		

Nous obtenons avec ce procédé une résistance de 2,199 très voisine de 2,2 demandée.

3e *procédé.*

Mêmes éléments de précédemment.

Chute ohmique dans l'induit = 5 % de la résistance totale soit 0,11.

La résistance au plot 1 sera 2,2 ohms, et au plot 7, 0,11 ohm.

La longueur sur la règle de 0,11 à 2,2 divisée par 6 interplots détermine le tableau suivant :

PLOTS	RÉSISTANCE	
	AUX PLOTS	ENTRE PLOTS
1	2,20	
2	1,34	0,86
3	0,82	0,53
4	0,49	0,32
5	0,30	0,19
6	0,18	0,12
7	0,11	0,07

Ce procédé nous donne une résistance de 2,09 ohms bien inférieure à celle de 2,2 demandée.

Il résulte des comparaisons que si le deuxième procédé est le plus rapide, le premier seul est rationnel, puisqu'il détermine de lui-même le nombre de plots et qu'il tient compte de tous les éléments de la machine.

Nombre de plots à admettre.

On peut, pour le calcul rapide des rhéostats, admettre les indications suivantes :

PUISSANCE EN CHEVAUX	TENSION	NOMBRE DE PLOTS
de 1 à 5 ch	de 110 à 440 volts.	6
de 6 à 20 ch	de 110 à 220 volts.	7
	de 220 à 440 volts.	10
de 21 à 50 ch	de 110 à 220 volts.	12
	de 220 à 440 volts.	24

Machine à courant alternatif.

On connaît :

La puissance P en chevaux

$$P = \sqrt{3}\, UI \cos\varphi$$

La tension simple à vide

$$U = \frac{Uo \text{ effective}}{\sqrt{3}}$$

La résistance Ra qui est :

La résistance d'une phase du rotor pour les courants triphasés et biphasés et du rotor complet pour le courant monophasé.

Le courant normal In.

On détermine :

$$\text{La résistance totale } Rh = \frac{Uo}{In \text{ effectif}}$$

Le courant de démarrage = Id comme précédemment.

On calcule les résistances de la façon suivante :

1er plot : Uo eff. = $Rh\ In$.

2e plot : Uo eff. = $(Rh - r_1)\ Id$, d'où r_1 démarrage.

Uo eff. — $e_1 = (Rh - r_1)\ In$ d'où e_1.

3e plot : Uo eff. — $e_1 = (Rh - r_1 - r_2)\ Id$, d'où r_2 et ainsi de suite.

RHÉOSTAT D'EXCITATION

Le rhéostat d'excitation ou rhéostat de champ est employé pour régulariser la marche des génératrices à courant continu et parfois des moteurs.

On connaît :

La tension U.

L'intensité maximum I max.

L'intensité minimum I min.

On se fixe :

Le nombre de plots = n.

On détermine la variation d'intensité α

$$\alpha = \frac{I \max - I \min}{n - 1}$$

et les résistances entre plots de la façon suivante :

1er plot : $U = Rt \times I \min$, d'où Rt.

2e plot : $U = (Rt - r_1)\ (I \min + \alpha)$, d'où r_1.

3e plot : $U = (Rt - r_1 - r_2)\ (I \min + 2\alpha)$, d'où r_2.

n plot : $U = (Rt - r_1 - r_2 .... rn - 1)\ (I \min + (n - 1)\alpha)$, d'où $rn - 1$.

On trace le tableau suivant :

PLOTS	RÉSISTANCE		INTENSITÉ	DIAMÈTRE DU FIL
	AU PLOT	ENTRE PLOT		
1	Rt		I min	
2	$Rt - r_1$	r_1	I min + α	
3	$Rt - r_1 - r_2$	r_2	I min + 2α	

Particularités.

Rhéostat d'excitation pour génératrice chargeant des accumulateurs.

On connaît :

Le courant maximum I max.

Le courant minimum I min.

La tension maximum U max.

La tension minimum U min.

On détermine :

Le nombre de plots = n.

La variation d'intensité.

$$\alpha = \frac{\text{I max} - \text{I min}}{n - 1}$$

La variation de tension

$$\varepsilon = \frac{\text{U max} - \text{U min}}{n - 1}$$

On calcule la résistance de la façon suivante :

1er plot : U min = Rt I min, d'où Rt.

2e plot : U min + ε = (Rt — r_1) (I min + α), d'où r_1.

3e plot : U min + 2 ε = (Rt — r_1 — r_2) (I min + 2 α), d'où r_2.

Le nombre de plots varie généralement de 20 à 25.

Marcel DEMOUY,
Président de la Société des E. et A. E. du Conservatoire National des Arts et Métiers.

FORCE MOTRICE

Le tirage équilibré pour chaudières.

Plusieurs dispositifs présentés à l'Exposition du Feu, organisée par la ville de Paris à la suite de son concours pour l'économie des combustibles, intéressent nos stations centrales, notamment lorsqu'il s'agit d'améliorer le rendement des chaudières. Nous donnons ici la description d'un nouveau système qui a obtenu l'une des plus hautes récompenses à ladite exposition.

Il est évident qu'une chaudière considérée dans son ensemble sera d'autant plus parfaite que :

1° La combustion du charbon sera plus complète dans le foyer;

2° Que la chaleur produite sera mieux utilisée dans la chaudière renfermant l'eau à transformer en vapeur.

Pour que la combustion soit la meilleure possible, il faut que la quantité d'air donnée au charbon dans le foyer soit aussi voisine que possible de la quantité théoriquement nécessaire. Une analyse facile, à l'aide d'un appareil classique, des gaz de la combustion permet de s'assurer de la proportion d'acide carbonique (Co^2) qui s'y trouve et de savoir ainsi si la combustion est plus ou moins complète. S'il y a peu de Co^2, c'est qu'il y a trop d'air; l'excès d'air refroidit le foyer et emporte les calories en pure perte dans la cheminée. S'il y a beaucoup de Co^2, c'est qu'il n'y a pas excès notable d'air; c'est le signe d'une bonne combustion; mais il ne faut pas alors qu'il y ait d'oxyde de carbone (Co) en quantité appréciable, car ce serait l'indice d'une insuffisance d'air. La combustion est alors incomplète et la température peu élevée; l'oxyde de carbone se reconnaît à la présence de flammes bleues dans le foyer et à l'allure dormante et étouffée du feu.

Il faut donc éviter ce double écueil, et par suite la double perte, causé par *l'insuffisance d'air*, d'où une combustion incomplète et une température peu élevée dans le foyer et *l'excès d'air*, cause de son refroidissement et d'une déperdition dans la cheminée. Ces pertes peuvent s'élever jusqu'à 30 % *en argent*, on voit donc l'importance capitale de cette question de l'air fournie rationnellement au combustible. En pratique, une chaudière est considérée comme marchant dans de bonnes conditions, quand la proportion de Co^2 dans les gaz atteint 8 à 10 %.

Or, pour 8 % l'excès d'air est de 158 % par rapport à la quantité théoriquement nécessaire, et, pour 10 % cet excès est encore de 107 %.

Il existe encore de nombreuses chaufferies où la proportion de Co^2 atteint 5 et même 4 %, correspondant à excès d'air de 314 à 417 % !

Lorsqu'on met du charbon frais sur la grille, à ce moment, on a besoin de beaucoup d'air pour brûler ce charbon, donc, de beaucoup de tirage; or, les gaz se trouvant alors refroidis, le tirage est précisément diminué. C'est juste l'effet inverse qu'il faudrait logiquement produire.

Le chauffeur, il est vrai, peut en partie obvier à ces inconvénients en ouvrant et fermant le registre de fumée. Mais sincèrement l'industriel avisé sait fort bien qu'il ne peut compter sur le chauffeur pour cette manœuvre utile mais fatigante.

Le chauffeur doit, en outre, veiller au chargement plus ou moins intensif du combustible, au maintien de la pression de la vapeur, à celui du niveau d'eau ; il doit surveiller et retoucher son feu, faire les décrassages, etc...

Il devrait encore ouvrir plus ou moins le cendrier, manœuvrer le registre de fumée ; d'où s'occuper d'une foule de choses qu'il lui est impossible de faire à temps voulu. Tout ceci prouve que l'on ne peut compter ni sur la cheminée, ni sur le chauffeur pour assurer, par l'arrivée d'air en quantité voulue, la combustion rationnelle et économique du charbon sur la grille du foyer.

En conséquence, la méthode de chauffe la meilleure est donc celle qui se contrôle automatiquement et règle, d'une façon logique, sûre et continue, la quantité d'air fournie au charbon, en toute indépendance du personnel chauffeur.

Examinons sommairement les divers systèmes de tirages artificiels employés actuellement dans l'industrie.

1° *Souffleries de vapeur avec grilles spéciales ou non.* — Ce sont des jets de vapeur qui appellent l'air dans le cendrier avec plus ou moins de violence.

Cette soufflerie de vapeur est, comme système de tirage artificiel, certainement le moins rationnel et celui dont le rendement est le plus faible.

Si elle permet de brûler des combustibles, mêmes pauvres, par l'appel énergique d'air dans le cendrier, elle entraîne toujours une consommation excessive de vapeur, rendant quelquefois illusoire l'économie de l'utilisation d'un combustible pauvre. Elle n'obvie à aucun des inconvénients dûs à l'excès ou à l'insuffisance d'air fourni au combustible. Elle provoque souvent des entraînements importants de poussiers dans les carneaux et enfin, elle n'élimine aucun facteurs aléatoires (cheminée et chauffeur).

2° *Tirage aspiré et tirage induit* (*tirage artificiel*). — Dans le *tirage aspiré*, les gaz du foyer passent dans un énorme ventilateur qui les aspire pour les rejeter ensuite dans la cheminée. Le ventilateur doit être de fortes dimensions, en raison même du grand volume de gaz chaud qui le traverse et qui étant porté à une haute température, détériore forcément plus ou moins rapidement l'appareil.

Dans le tirage induit, il y a encore aspiration des gaz du foyer, mais aspiration indirecte qui est provoquée par un jet d'air, ou un mélange d'air et de gaz sous pression, soufflé par un ventilateur ; c'est donc un éjecteur d'air produisant l'aspiration des gaz du foyer.

3° *Tirage forcé par ventilateur soufflant.* — Dans ce dispositif un ventilateur envoie l'air sous pression dans le cendrier fermé. Le défaut de ce système est que le volume d'air envoyé *reste continuellement le même*, quelles que soient la quantité de charbon brûlée, la variations de pression de la vapeur, etc... Il présente ainsi tous les inconvénients relatifs à l'excès d'air possible, à la production de retours de flamme, etc... qui découlent forcément de tout système de soufflage forcé qui n'est pas règlé automatiquement et d'une façon rationnelle.

Tirage équilibré. — Avec ce dernier système, réalisé par les dispositifs dont les Etablissements Hotchkiss sont les constructeurs, les facteurs essentiels à la marche économique de la chaudière et à son rendement maximum en vapeur ne sont plus abandonnés à la discrétion, ni de la cheminée, ni du personnel chauffeur.

Automatiquement, ce tirage active la combustion en donnant plus d'air au combustible dès que la pression de la vapeur tend à baisser, la modère en en donnant moins, aussitôt que cette pression a dépassé sa valeur normale. L'activité de la combustion varie donc constamment et automatiquement suivant les exigences de la pression de la vapeur. Par suite, la combustion se trouve réalisée d'une façon parfaite, sans pénurie, ni excès d'air notable, comme le prouve l'analyse des gaz de la combustion qui indique d'une manière courante une proportion moyenne de 13 à 16 % de Co^2, sans traces appréciables de Co. Ce qui est la meilleure preuve d'une excellente chauffe.

Une conséquence évidente de cette variation automatique de la combustion, c'est que la pression de vapeur reste uniforme. L'expérience montre, que les courbes de pression de vapeur de chaudières munies du « Tirage équilibré », sont toujours d'une régularité parfaite.

Action du ventilateur du « Tirage équilibré ». — L'air est fourni au combustible par un ventilateur soufflant dans le cendrier hermétiquement clos. Mais ici, le ventilateur souffle d'une façon constamment irrégulière suivant les variations de la pression de la vapeur à la chaudière.

Un régulateur mécanique soumis à cette pression contrôle le soufflage du vent de façon à l'activer ou à le modérer suivant les besoins. On fournit au combustible, un volume d'air qui est strictement celui qui, théoriquement, est nécessaire ; cela est d'une importance considérable au point de vue de l'économie du combustible.

Un autre avantage revendiqué pour le « tirage équilibré » est la suppression des entrées d'air froid dans le foyer, par l'ouverture des portes de chargement et par toutes les fissures de la façade et de la maçonnerie, ce qui cause un fâcheux excès d'air. L'air froid refroidit ensuite les gaz de la combustion en s'emparant inutilement des calories qu'il

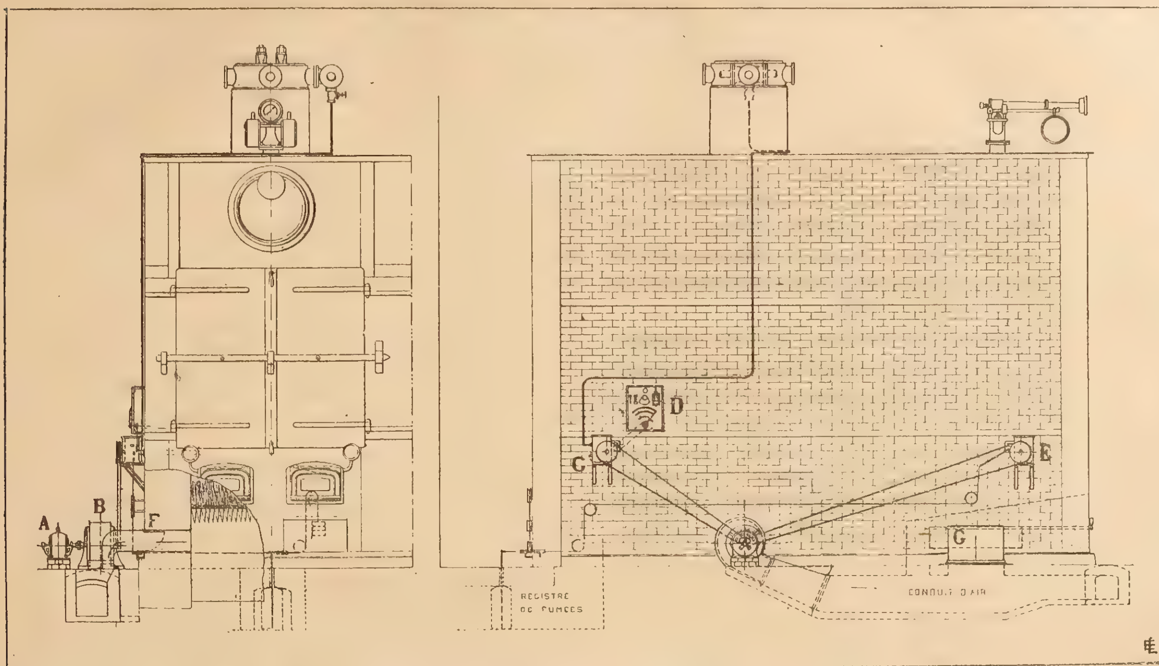


Fig. 1. — Installation du *Tirage équilibré* sur une batterie de chaudières multitubulaires,

LÉGENDE. — **A.** Moteur électrique à vitesse variable. — **B.** Ventilateur. — **C.** Régulateur automatique contrôlant la vitesse du moteur (commun à toute la batterie). — **D.** Tableau-rhéostat de vitesse variable du moteur. — **E.** Régulateur automatique de manœuvre du registre de fumée. — **F.** Obturateur auxiliaire d'arrivée variable de l'air. — **G.** Buse d'arrivée d'air.

emporté par la cheminée ; de plus, en venant en contact avec les tôles et maçonneries surchauffées, cet air refroidi, provoque des contractions locales pouvant détériorer la chaudière.

En pratique, on conserve dans le foyer une très faible dépression, que l'on règle à volonté, de façon à éviter les entrées nuisibles d'air froid et les retours de flamme possibles, le ventilateur pouvant activer ou modérer la combustion.

Ce résultat primordial s'obtient *par la manœuvre automatique opportune du registre de fumée.*

Le registre s'ouvre plus ou moins, aussitôt que le ventilateur souffle davantage pour activer la combustion ; il se ferme au contraire, dès que le ventilateur modère le soufflage.

L'amplitude du mouvement du registre est constamment subordonnée à la pression des gaz du foyer, de façon que cette pression fasse équilibre à la pression atmosphérique. Un chiffon placé devant le foyer ouvert d'une chaudière fonctionnant avec « le tirage équilibré » reste complètement inerte. Ce qui est la preuve typique d'un tirage rationnel, d'où une économie annuelle considérable.

Avec les chaudières chargées à la main, le chargement n'est pas égal sur la grille ; on a des amas de charbon et des trous par place, tandis qu'avec « le tirage équilibré », le chauffeur est prévenu par les appareils, même quand il doit mettre du charbon sur sa grille.

Si la vitesse du ventilateur augmente, c'est que la pression de la vapeur baisse et qu'il faut mettre du charbon. Le chauffeur peut être averti des variations d'allure, par une sonnerie actionnée par le régulateur automatique règlant le soufflage, ou par des signaux lumineux appropriés. L'installation de ce système sur des chaudières à chargeurs automatiques est faite de telle façon que le règlage automatique du soufflage se trouve constamment lié au réglage de l'alimentation variable du combustible. De sorte que, si l'on brûle plus de charbon, le ventilateur fournit automatiquement plus d'air et *vice versa.*

On réalise ainsi une marche parfaite.

Centrales électriques. — Dans les grandes centrales, il est essentiel, pour faire face à de brusques et importants appels de vapeur, de pouvoir, à un instant quelconque, augmenter énormément l'allure de combustion. Le tirage naturel est souvent impuissant à satisfaire à ces augmentations d'allure, à ces périodes de vaporisation brusques et intensives, dénommées « *pointes* ». Il faut un tirage considérable à la base de la cheminée pour évacuer un grand volume de gaz de la combustion ;

la vaporisation intensive désirée, exige toujours la combustion d'une forte quantité de charbon. Par suite, à moins d'avoir une très haute cheminée pour un fort tirage, il est nécessaire d'avoir recours à un système de tirage artificiel pour activer et suppléer le tirage manquant.

Le « tirage équilibré » permet d'atteindre, à cheminée égale, des allures de combustion supérieures à celles du tirage naturel, puisqu'il évite les grands excès d'air et permet de réduire au minimum le volume des gaz correspondant à un même poids de charbon brûlé.

Ensemble d'un tirage équilibré. — Une installation de « tirage équilibré » comprend : 1° *Un ventilateur soufflant* de l'air en quantité variable dans le cendrier, suivant les variations de la pression de vapeur des chaudières. 2° *Un moteur* actionnant le ventilateur. 3° *Un régulateur automatique* soumis aux variations de pression de la vapeur et modifiant, en conséquence, l'intensité du soufflage. 4° *Un régulateur* ou mécanique automatique (par chaudière), manœuvrant automatiquement le registre de fumée, pour maintenir la pression atmosphérique dans le foyer et agir en concordance avec l'intensité variable du soufflage.

Principe du fonctionnement. — Les variations de pression de la vapeur ne produisent pas une force quelconque, mais servent à embrayer la partie motrice du régulateur dans un sens ou dans l'autre, suivant que la pression baisse ou s'élève. Cette pression de vapeur est amenée au régulateur de la même façon qu'à un manomètre Bourdon ordinaire. Le régulateur est muni d'un arbre qui tourne constamment. Tant que la pression reste égale à la pression de régime de la chaudière, cet arbre tourne à vide. Dès que la pression change, le régulateur commence à agir dans un sens ou dans l'autre pour faire varier le soufflage dans le sens voulu.

Le régulateur automatique est complété par un *dispositif compensateur* dont l'utilité est de limiter l'action du régulateur de telle manière que le soufflage corresponde, à chaque instant, à la pression des chaudières et ne varie qu'autant que cette pression se modifie elle-même.

La manœuvre des registres de fumée dépend de la variation de pression des gaz du foyer. A chaque variation de cette pression correspond automatiquement une ouverture appropriée du registre de fumée.

Dans le cas d'une batterie de chaudières, chacune d'elle comporte un régulateur spécial soumis à cette pression des gaz, afin d'assurer une indépendance complète entre les différents registres de fumée.

On fait ordinairement usage d'un *régulateur mécanique.* L'action de ce régulateur est très rapide, le registre obéit instantanément à la moindre variation de pression des gaz du foyer.

Le *régulateur mécanique automatique,* utilise les variations de pression dans le foyer, transmises à un diaphragme approprié dont les mouvements servent à débrayer ou embrayer l'action du régulateur dans un sens ou l'autre correspondant à l'ouverture ou à la fermeture du registre de fumée.

A. B.

EXTRAITS — COMPTE-RENDU

Sur la théorie de la relativité d'Einstein.

M. Charles P. Steinmetz, ingénieur-conseil principal de la « General Electric C° », a donné dans la General Electric Review *un clair exposé de cette théorie. Nous en donnons ci-dessous la traduction, sans omettre l'avertissement de l'auteur :*

« *La théorie de la relativité d'Einstein a bouleversé la science en balayant nombre d'obstacles qui jusqu'ici s'opposaient à la marche de l'esprit humain, mais cette théorie étant d'ordre essentiellement mathématique, une vue d'ensemble ne peut en être donnée aux non mathématiciens que par l'emploi de comparaisons et d'images, ce qui inévitablement est aux dépens de la rigueur dans l'argumentation. L'exposé ci-dessous aidera donc à donner une idée générale de la théorie de la relativité, mais non à en faire un examen critique.* »

La théorie de la relativité d'Einstein a pour points de départ les deux prémisses suivantes :

1° Tous les phénomènes d'espace, de temps ou de mouvement sont relatifs, c'est-à-dire : il n'y a pas de mouvement, de temps ou d'espace absolus, mais les notions de mouvement, de position ou de temps n'ont de sens que par rapport à d'autres temps, positions ou mouvements.

2° Les lois de la nature sont universelles ; en d'autres termes, elles s'appliquent sous la même forme partout : dans un train en mouvement sur notre globe, comme dans les espaces vides entre les étoiles fixes.

Jusque-là ces deux prémisses apparaissent simples et plutôt évidentes ; mais des notions déconcertantes et révolutionnaires se manifestent

si, partant de ces mêmes prémisses, nous poussons notre raisonnement jusqu'à ses dernières conséquences, ainsi que l'a fait Einstein.

Supposons, par exemple, qu'il vous arrive de jeter votre auto contre un mur à 50 kilomètres à l'heure. Il semble qu'il n'y ait rien de relatif dans ce fait et l'auto en pièces est bien une réalité : le mur en pierres ne cède pas et quand une masse animée d'un mouvement rapide rencontre un corps immobile, l'énergie mécanique mise en liberté exerce ses effets destructeurs. Mais le mur est-il réellement immobile? N'est-il pas, en tant que partie de la Terre, entraîné dans un mouvement de rotation à 1.200 kilomètres à l'heure environ, de sorte que le mur et votre voiture sont tous deux en mouvement? Et peut-être votre voiture roulait-elle vers l'ouest, soit en sens inverse du mouvement de rotation terrestre? Elle se déplaçait alors en réalité à une vitesse inférieure à celle du mur, soit une vitesse de 1.150 kilomètres à l'heure seulement, tandis que le mur avait un déplacement propre de 1.200 kilomètres à l'heure. Mais poursuivons notre pensée. Le mur, en tant que partie de notre globe, ne tourne-t-il pas autour du soleil à la vitesse de 106.700 kilomètres à l'heure? Et le Soleil lui-même, la Terre avec lui et par conséquent le mur et votre voiture, ne sont-ils pas lancés sur une orbite inconnue à travers les étoiles fixes? De sorte qu'en réalité nous ne savons rien et ne pouvons rien savoir quant à la vitesse actuelle ou absolue de la voiture. Tout ce que nous connaissons, c'est la vitesse relative de l'auto, c'est-à-dire sa vitesse par rapport à la Terre, donc sa vitesse par rapport au mur qui est de 50 kilomètres à l'heure. Mais c'est suffisant pour éprouver les effets de la rencontre de la voiture avec le mur et pour les comprendre.

Passons à la notion de position. La chambre dans laquelle vous êtes assis tout en faisant votre lecture vous paraît avoir une position fixe et bien définie. Mais le seul moyen de décrire cette position, c'est de la rapporter à un autre objet ou une autre position comme point de référence ; nous dirons par exemple que votre chambre est située à X mètres au nord, Y mètres à l'ouest et Z mètres au-dessus de la borne du cadastre sur la place de la mairie. Vous pouvez aussi donner sa latitude, sa longitude et son altitude, c'est-à-dire constater qu'à partir de l'origine des latitudes, longitudes et altitudes, — soit le point pris au niveau de la mer où l'équateur coupe le méridien zéro, — vous allez tant de degrés nord (ou sud), puis tant de degrés ouest (ou est), vous vous élevez (ou descendez) ensuite de tant de mètres pour enfin atteindre votre chambre. Trois distances, mesurées dans trois directions choisies à partir d'une origine choisie, sont donc nécessaires pour situer un point ou un objet dans l'espace, et nous disons en conséquence que l'espace a trois dimensions. Mais ces trois distances suffisent-elles à situer réellement votre chambre? Supposez quelqu'un qui, lisant ces indications, chercherait à situer votre position dans une centaine d'années. Il ne vous trouverait pas. Une chose de plus doit donc être donnée : le temps, mesuré à partir d'une origine arbitraire : la naissance de Jésus-Christ par exemple. Vous voyez donc que le repérage d'une chose dans notre monde nécessite quatre opérations de mesure : trois pour les distances, et une pour le temps. Nous pouvons donc dire que le monde et les phénomènes ont quatre dimensions : trois dimensions dans l'espace et une dans le temps.

Mais tout repérage dans ce monde à quatre dimensions ne peut être que relatif aux points de référence arbitrairement choisis pour l'espace et le temps. Jadis, quand on considérait la terre plate et immobile comme le centre de l'univers, on pouvait penser à rapporter ces repérages à un point de référence fixe et absolu, soit par exemple le Capitole de Rome.

Mais lorsque la Terre devint pour nous une sphère tournant sur son axe et autour du soleil, elle cessa de nous offrir un point de référence fixe et permanent dans l'espace. On choisit alors le soleil. Mais les astronomes trouvent que le soleil se déplace au milieu des étoiles fixes. Et voilà que les étoiles « fixes » ne sont pas immobiles, mais se meuvent en tous sens ! De sorte que toutes les tentatives pour trouver quelque chose d'immuable et de fixe dans l'univers ont échoué et que par conséquent tous les mouvements, toutes les positions, ne peuvent être que relatifs par rapport à d'autres objets qui eux-mêmes se déplacent aussi.

Vous lancez une pierre à travers votre chambre. Observant le point où la pierre quitte votre main; la direction qu'elle suit à ce moment et la vitesse dont elle est animée, le physicien en calculera la trajectoire et comment elle s'abaisse vers le sol pour venir finalement au repos sur le plancher de la chambre. Supposons maintenant que, vous trouvant dans un train qui roule avec une vitesse uniforme sur une voie droite et horizontale, vous jettiez une pierre à travers le wagon qui vous emporte. Partant des trois mêmes observations : le point du wagon en mouvement où la pierre abandonne votre main, sa direction et sa vitesse relative par rapport au wagon au moment où elle est libre, le physicien, à l'aide des mêmes lois, calculera la trajectoire suivie par la pierre lancée à l'intérieur du wagon; et soit que le wagon roule avec une vitesse uniforme sur la voie droite et horizontale, soit que le wagon reste immobile, il

n'y aura aucune différence dans les deux cas : la trajectoire de la pierre est la même, car les mêmes lois sont partout applicables.

Si les lois de la nature sont les mêmes sur un train se déplaçant avec une vitesse, uniforme sur une voie droite et horizontale que ce qu'elles sont sur la surface « rigide » de notre globe ou dans les espaces interstellaires vides, alors la vitesse de la lumière doit aussi être la même : 300.000 kilomètres par seconde, et il doit en être ainsi de la vitesse avec laquelle le courant électrique parcourt un circuit fermé — vitesse qui d'ailleurs est celle de la lumière. Le fait est d'importance, car toutes les observations en dépendent : tout évènement est, soit observé à l'œil, soit enregistré par quelque dispositif électrique, et dans les deux cas, nous ne percevons pas le temps exact où se passe l'évènement, mais un moment ultérieur, par suite du temps demandé, soit par la lumière pour atteindre notre œil, soit par le courant électrique pour arriver au dispositif enregistreur. Etant donné l'énorme vitesse de la lumière, cette différence entre le temps réel et le moment où nous observons ou enregistrons l'évènement est généralement si minime qu'elle est négligeable. Mais pas toujours. Quand par exemple, en plein océan, le chronomètre du bord s'est arrêté et que le marin cherche à faire le point par les étoiles, il peut utiliser à cet effet les éclipses des satellites de Jupiter. Mais quand il constate l'éclipse, il s'est en réalité déjà écoulé de 30 à 50 minutes, suivant les positions relatives de la Terre et de Jupiter, et cela par suite du temps demandé par la lumière pour aller de Jupiter à la Terre, soit pour parcourir une distance de centaines de millions de kilomètres.

Toutefois, si la vitesse de la lumière dans un train en marche doit être la même que sur la voie immobile, nous arrivons à des conclusions plutôt étranges. Plaçons un fanal sur la voie à l'arrière du train fuyant devant nous de telle sorte que les rayons lumineux suivent la voie : un fanal de disque, par exemple. Le rayon lumineux parcourt la voie à 300.000 kilomètres par seconde. Le train se déplace dans la même direction à 30 mètres par seconde. Donc, par rapport au train, nous devrions nous attendre à ce que le rayon lumineux eût une vitesse de 300.000 kilomètres moins 30 mètres par seconde. Il en serait ainsi si nous considérions une balle de fusil. Je tire un coup de fusil sur la voie dans le sens de la marche du train ; si la balle est animée d'une vitesse de 600 mètres par seconde tandis que le train roule dans la même direction à 30 mètres par seconde, la balle rattrapera le train puis le dépassera avec une vitesse relative de 600 moins 30 mètres, soit 570 mètres par seconde. Mais la constance des lois de la nature nous enseigne que, le rayon lumineux parcourant la voie à 300.000 kilomètres à la seconde et le train roulant dans le même sens à 30 mètres par seconde, la vitesse du rayon lumineux mesuré sur le train ne peut être 300.000 kilomètres moins 30 mètres par seconde, ainsi que nous pourrions nous y attendre, mais doit être 300.000 kilomètres, la même que par rapport à la voie.

Le seul moyen donc d'expliquer cette contradiction, est d'admettre que lors de la mesure de la vitesse de la lumière dans le train, nos règles de mesure étaient plus courtes, ou, en prenant le train lui-même comme unité de mesure, que le train était plus court, ou bien que le temps était ralenti, soit encore d'admettre ces deux hypothèses à la fois.

Ces trois possibilités n'en forment toutefois qu'une. On peut démontrer que si la longueur du train est diminuée, le temps doit être ralenti dans la même proportion. Cela nous conduit donc à cette étrange conclusion que, quand le train se déplace, sa longueur diminue par rapport au rayon de lumière venant de l'extérieur et par conséquent pour un observateur extérieur, et que le temps mesuré dans le train est ralenti. Mais si nous arrêtons le train et recommençons nos mesures, nous retrouvons la même longueur et le même temps qu'auparavant.

Cette conclusion tirée des deux prémisses de la théorie de la relativité va tellement à l'encontre de nos idées habituelles que nous serions enclins à la rejeter si elle n'était pas vérifiable par l'expérience et cette expérience a été faite à diverses reprises. Il est vrai qu'une différence de 30 mètres sur 300.000 kilomètres par seconde est si infime qu'elle ne peut être mesurée. Mais nous pouvons augmenter la vitesse du train et au lieu de 30 mètres, le lancer à 30 kilomètres par seconde. Nous disposons d'un mobile animé de cette vitesse : la terre sur son orbite autour du soleil se déplace à la vitesse d'environ 30 kilomètres par seconde. La vitesse de la lumière, mesurée dans le sens du mouvement de la terre, devrait donc être de 30 kilomètres trop faible et dans le sens opposé au mouvement terrestre, elle devrait être trop forte de 30 kilomètres. Mais l'expérience montre qu'elle reste identique, et cela, avec une précision de beaucoup supérieure à cette différence à laquelle nous nous attendions, mais que nous ne trouvons pas, de sorte que le fait de la constance de la vitesse de la lumière est hors de doute. Il est donc hors de doute aussi que, pour un observateur extérieur, le mouvement contracte les longueurs et ralentit le temps sur le corps en mouvement ; mais non pour un observateur se déplaçant avec le train : pour lui, longueur et temps restent identiques à eux-mêmes.

Que signifie tout cela? Le train est arrêté sur la voie. Je le mesure de l'extérieur, vous le mesurez de l'intérieur et nous trouvons la même longueur. Nous comparons nos montres et constatons qu'elles sont à la même heure. Maintenant le train part et roule à toute vitesse. Au moment où il passe devant moi, je mesure de nouveau sa longueur et je la trouve inférieure à la première valeur, tandis que vous, qui êtes emporté par le train, le mesurant de l'intérieur, trouvez la même longueur que nous avons obtenue tous deux lorsque le train était immobile. Mais au moment où vous passez, vous mesurez la longueur d'une portion du rail et vous la trouvez inférieure à celle que je constate, moi, qui mesure de l'extérieur. Au moment où vous passez dans le train devant moi, je compare votre montre à la mienne et trouve qu'elle retarde sur la mienne. Mais vous, faisant de votre côté la même comparaison au moment où vous passez, trouvez ma montre en retard sur la vôtre. Le train s'arrête et, de nouveau, toutes nos mesures concordent des deux côtés. Quelle est donc la « vraie » longueur du train et quelle est le « vrai » temps ? Est-ce la longueur ou le temps que j'obtiens, moi, dans mes mesures, le train passant à toute vitesse devant moi, ou bien le temps et la longueur que vous constatez, vous qui êtes emporté par le train? Des deux parts, les résultats sont à la fois vrais et faux. Ce qui veut dire que la longueur n'est pas un attribut fixe et invariable d'un corps, mais dépend des conditions dans lesquelles le corps est observé. Le train a une certaine longueur pour l'observateur au repos relativement au train, c'est-à-dire pour l'observateur situé dans le train, une autre longueur plus courte pour l'observateur devant lequel passe le train à 30 mètres par seconde ; et si, d'un autre endroit que de la Terre je pouvais mesurer la longueur du train lorsque la Terre qui l'emporte passe devant moi en dévorant l'espace à 30 kilomètres par seconde, je trouverais une troisième longueur encore plus courte.

Longueur et temps sont donc des attributs relatifs des choses, dépendant des conditions dans lesquelles ces choses sont observées, et en particulier de la vitesse relative du corps en mouvement par rapport à l'observateur. Cela n'apparaît en réalité si déconcertant qu'à cause de la nouveauté de la chose, car, à toutes les vitesses que nous pouvons constater autour de nous, même aux plus grandes vitesses atteintes par les balles de fusil, les modifications de longueur et de temps sont si infimes qu'elles sont inappréciables et que, par suite, nous avons l'habitude de considérer les longueurs et temps comme constants. Des modifications appréciables ne peuvent survenir qu'aux vitesses de 15.000 à 150.000 kilomètres par seconde et au-dessus, tandis que les méthodes de mesure les plus rigoureuses ne réussiraient pas à déceler une contraction appréciable dans la longueur du train passant à 100 kilomètres à l'heure, ce raccourcissement étant si minime. Les choses toutefois se passent de même.

Cependant, il n'est pas plus étrange de parler de la relativité de la longueur d'un corps, soit de la dépendance de cette longueur par rapport aux conditions d'observation, que de la relativité de la couleur de ce corps. Nous disons couramment qu'un corps a une couleur fixe et définie : l'herbe est verte, la neige est blanche. Toutefois, à la réflexion, nous savons qu'il n'en est pas ainsi. La dame dans le magasin de nouveauté, achetant à la lumière du jour de l'étoffe pour une robe, aura pu choisir une jolie couleur héliotrope. Mais, la robe finie, dans la salle de bal, elle lui paraîtra d'un rose tendre. Et quand, pour se faire photographier, elle ira chez le photographe opérant dans son atelier à la lampe à mercure, la même robe lui semblera bleu clair. Quelle en est la « vraie » couleur ? Héliotrope, rose ou bleu ? Chacune de ces trois nuances est la vraie dans les conditions où elle a été observée. Ainsi la théorie d'Einstein nous prouve qu'il en est de même pour la longueur et le temps. Il n'y a pas de longueur absolue d'un objet, ni de temps absolu sur un corps : les longueurs et les temps sont relatifs et varient avec les conditions dans lesquelles ils sont observés, avec la vitesse relative de l'observateur, exactement comme la couleur d'un corps varie avec la nature de la lumière sous laquelle il est vu.

Si donc sur un corps passant rapidement devant nous, la distance nous paraît raccourcie et le temps ralenti, la vitesse, égale au quotient de la distance parcourue par le temps, doit également paraître diminuée. Mais l'énergie d'un corps en mouvement est fonction de sa masse et de sa vitesse et donc, étant donné un corps doué d'une certaine quantité d'énergie, si la vitesse apparaît diminuée, la masse doit paraître plus grande. Nous tirons donc maintenant de la théorie de la relativité d'Einstein cette conclusion que la masse d'un corps en mouvement n'est pas constante, mais augmente avec la vitesse ; la plus ancienne des grandes lois fondamentales de la nature : la loi de la conservation de la matière, est donc mise ainsi à l'écart. Depuis près de deux siècles, nous avons admis la loi de la conservation de la matière et cru que la matière, soit la masse, ne peut être ni créée, ni détruite, et voilà maintenant que nous trouvons que la masse varie avec la vitesse, de sorte que la vitesse, soit l'énergie, peut créer la masse, et que masse ou matière ne sont probablement qu'une simple manifestation de l'énergie. Et tout cela peut être vérifié et a été

vérifié expérimentalement. La contraction des longueurs, le ralentissement du temps, l'accroissement de la masse ne deviennent appréciables qu'à des vitesses approchant celle de la lumière, alors qu'aux vitesses usuelles, longueur, temps et masse sont constants. Mais dans les tubes à vide employés dans les stations radiotélégraphiques pour produire les ondes électriques transportant le message à travers l'espace par-dessus les océans et les continents, le courant est véhiculé dans le vide par de menues particules, les électrons. En mesurant la vitesse et la masse de ces électrons, les physiciens ont constaté qu'ils se déplacent à des vitesses de 15.000 à 150.000 kilomètres à la seconde et que leur masse n'est pas constante, mais s'accroît avec la vitesse dans le sens requis par la théorie d'Einstein. Ce fut là la première preuve expérimentale des variations de la masse, et cette preuve fut donnée avant qu'Einstein en eût donné l'explication dans sa théorie de la relativité.

Mais supposons que vous avez un billard dans votre maison et vous placez une bille de billard au milieu de la table. Elle y reste immobile jusqu'à ce que quelque chose la pousse et ce quelque chose nous le nommons « force ». Lancez la bille sur la table. Elle se déplace en ligne droite jusqu'à sa rencontre avec la bande sur laquelle elle rebondit, puis roule de nouveau suivant une droite avec une vitesse uniforme. Supposons maintenant que nous ayons cette table de billard dans un train qui roule avec une vitesse uniforme sur une voie droite et horizontale. De nouveau vous posez la bille au milieu de la table et elle y reste au repos exactement comme c'était le cas dans votre maison, au repos relativement au billard (quoique moi, qui suis à l'extérieur, près de la voie, je voie que le train, le billard et la bille sont entraînés tous trois dans le même mouvement de translation uniforme). Lancez la bille sur la table : elle se meut suivant une trajectoire rectiligne avec une vitesse uniforme, obéissant ainsi dans le train en mouvement aux mêmes lois physiques que dans votre maison immobile, à savoir : un corps conserve le même état de mouvement ou de repos jusqu'à ce qu'une action quelconque modifie son état.

Mais supposons que le train augmente sa vitesse, celle-ci s'accélérant au moment où vous posez la bille au milieu de la table dans le train. Vous constatez alors que la bille ne reste pas au repos, mais commence à rouler vers l'arrière du train, d'abord lentement, puis de plus en plus vite jusqu'à ce qu'elle vienne au repos contre la bande arrière de la table, exactement de même qu'une pierre que je laisse tomber ne reste pas au repos, suspendue en l'air, mais commence à se mouvoir vers le bas avec une vitesse accélérée, en d'autres termes « tombe ». De même, la bille, dans le train accélérant sa vitesse, « tombe » vers l'arrière du train. Vous lancez une bille sur la table transversalement à la marche du train, au moment où la vitesse s'accélère; la trajectoire suivie par la bille n'est pas rectiligne, mais incurvée vers l'arrière du train, de même qu'une pierre lancée sur la terre ne se meut pas suivant une ligne droite à vitesse constante, mais suit une trajectoire infléchie vers le sol.

Vous dites alors que, dans le train en vitesse accélérée, une force quelconque s'exerce sur la bille, attirant celle-ci à l'arrière du train, exactement comme la gravitation exerce son attraction vers la terre. Vous pouvez vous lancer dans des spéculations sur la nature de cette force qui attire les choses vers l'arrière du train en vitesse accélérée et en découvrir les lois, exactement comme Newton a découvert les lois de la gravitation. Mais moi, debout sur le talus, près de la voie, voyant le train passer devant moi, je me rends compte qu'il n'y a pas de force réelle s'exerçant sur la bille de billard, mais que, quand vous la posez au milieu de la table, abandonnée à elle-même, elle continue à se mouvoir en ligne droite à la vitesse qu'elle et le train possédaient au moment où vous l'y posiez et ce qui se produit, c'est que la table de billard et le train, accélérant leur vitesse, effectuent un mouvement de glissement vers l'avant et par dessous la bille qui semble tomber vers l'arrière du train. De même lorsque dans le train en vitesse accélérée, vous jetez transversalement la bille sur la table, je vois, de l'extérieur, la balle se mouvoir en droite ligne à une vitesse uniforme; mais je vois aussi la table et le train glisser en avant de la bille en vous donnant, à vous qui êtes emporté par le train en vitesse accélérée, l'impression d'une force attirant la balle vers l'arrière du train. Vous essayez de trouver les lois de cette force, soit les lois auxquelles obéissent les mouvements relatifs que vous observez. Mais pour moi ces mouvements sont ceux d'un corps livré à lui-même, c'est-à-dire une translation rectiligne à vitesse uniforme, et, connaissant le mouvement du train en vitesse accélérée, le mathématicien peut calculer le mouvement que vous observez, et cela sans faire aucune hypothèse, tout simplement à l'aide d'une transformation mathématique pour passer du mouvement rectiligne que je constate, moi, au mouvement complexe que vous voyez, vous, relativement au train en vitesse accélérée. Il peut ainsi déduire les lois de ce dernier mouvement, c'est-à-dire les lois de la force hypothétique d'attraction à laquelle vous attribuez ces mouvements. C'est ce qu'a fait

Einstein et c'est ainsi qu'il a déduit une formule nouvelle et plus générale de la loi de la gravitation, sous une forme qui n'est fonction d'aucune hypothèse quant à la nature de cette force. Cette loi est plus générale que la loi de la gravitation de Newton et cette dernière apparaît comme une première approximation de la loi de gravitation d'Einstein.

La loi de gravitation plus générale donnée par Einstein ne laisse pas entendre que soit fausse la loi newtonienne. Les deux lois donnent les mêmes résultats dans le plus grand nombre des cas, même dans le calcul des mouvements astronomiques, à si peu de chose près que généralement la différence ne peut être décelée même par les mesures les plus précises, ce qui veut dire que la loi de Newton est une approximation très exacte de celle d'Einstein. Il n'existe que peu de cas dans l'univers tel que nous le connaissons aujourd'hui, où la différence devient sensible. Il en est ainsi par exemple du mouvement de Mercure. Cette planète a été observée depuis des milliers d'années, mais toutes les tentatives pour calculer rigoureusement sa marche à l'aide des lois de Newton ont échoué, tandis que la loi d'Einstein l'a permis, corroborant ainsi une fois encore l'exactitude de la théorie einsteinienne de la relativité.

Donc pour conclure : la théorie de la relativité signifie :

Que tous les phénomènes de mouvement, d'espace et de temps sont relatifs ;

Que les lois physiques, y compris la loi de constance de la vitesse de la lumière, sont partout identiques ;

Qu'en conséquence les notions de longueur, de temps et de masse sont également relatives, ne sont pas des attributs invariables des choses, mais varient en fonction de la vitesse relative de l'observateur ;

Qu'une loi plus générale de la gravitation a été déduite comme une transformation mathématique pour passer du mouvement de translation rectiligne et uniforme en vertu de l'inertie, au mouvement apparent relatif à un système en vitesse accélérée (le train dans la comparaison ci-dessus), et nous montre que la gravitation n'est pas une force réelle, mais une manifestation de l'inertie, comme la force centrifuge (1).

(Traduct. A. Marcellin,
Chef de publicité à la Cie *Electro-Mécanique*)

Informations.

Autorisations. — Concessions.

Ain. — Ardèche. — Isère et Rhône. — La Société Générale de Force et Lumière a été autorisée à établir provisoirement et à ses risques et périls, en attendant le dépôt de la demande de concession qu'elle s'est engagée à solliciter à ce sujet les lignes ci-après :

Dans le département de l'Ain. — Une ligne allant de Saint-Benoît à Bréguier-Cardon.

Dans le département de l'Ardèche. — Une ligne allant de Boulieu à Annonay ;

Une ligne reliant le poste de Boulieu à celui du quartier de Faya ;

Une ligne souterraine partant de ce dernier poste et aboutissant aux usines Meyzonnier.

Dans le département de l'Isère. — Un réseau formé de 19 lignes.

Dans le département du Rhône. — Une ligne de Vaulx-en-Velin, à Montuel et une ligne de Gisors à « Loire ».

Aude et Hérault. — La Société anonyme méridionale de transport dont le siège social est à Carcassonne, a demandé l'autorisation d'établir sous le régime des concessions, une ligne électrique de deuxième catégorie entre Golliers et Montouliers.

Charente-Inférieure. — Un arrêté du 10 janvier 1922 a rapporté l'arrêté du 24 septembre 1920 qui avait prononcé la déchéance de la Compagnie départementale d'énergie électrique comme concessionnaire de la distribution établie sur le territoire de la commune d'Aigrefeuille.

La Compagnie départementale d'énergie électrique est réintégrée dans ses droits de concessionnaire.

Corrèze. — La Société de Teyssieu et Cie dont le siège est à Beaulieu (Corrèze), a demandé l'autorisation d'établir, sous le régime des concessions d'Etat, une distribution d'énergie aux services publics entre l'usine de la Grainerie (commune de Gagnac) et Beaulieu, en empruntant le territoire des communes de Gagnac, Astaillac, Altillac et Beaulieu.

---

(1) *D'après « General Electric Review » décembre 1921.*

Oise et Seine-et-Oise. — Par accord avec la Compagnie du chemin de fer du Nord, la Société d'éclairage et de force, qui est en instance de concession d'Etat pour une distribution d'énergie électrique devant constituer un réseau bouclé entre Saint-Denis, Pierrefitte, Stains, La Courneuve, Aubervilliers et Saint-Denis (carrefour Pleyel), a été autorisé à incorporer à ce réseau la ligne électrique établie par la Compagnie du chemin de fer du Nord pour le service de Pierrefitte-Stains.

Cet accord prévoit, en outre, le raccordement de la sous-station de Villiers-le-Bel au feeder Gonesse-Monsault de la Société d'éclairage et de force qui traverse les voies de Paris à Creil par Chantilly, au P. K. 13 + 318. Ce raccordement permettra de supprimer le tronçon de la ligne électrique d'environ 3 kilomètres, établie entre Pierrefitte et le P. K. 13 + 318 posé dans les emprises du chemin de fer du Nord pour le service de la station de Villiers-le-Bel.

Prix du charbon pour l'industrie électrique.

Région parisienne.

4e Trimestre 1921.

Département	de la Seine .	119 fr. 351	la tonne.
—	de l'Oise ...	119 fr. 351	—
—	de Seine-et-Oise ...	119 fr. 351	—
—	de Seine-et-Marne..	125 fr. 351	—

LÉGISLATION

Traversée de lignes sur tunnel.

La question s'est posée de savoir si une ligne d'énergie électrique, qui franchit au-dessus d'un tunnel de chemin de fer, des lignes télégraphiques et téléphoniques, doit être considérée, au point de vue technique, comme franchissant un chemin de fer ou simplement des lignes télégraphiques et téléphoniques.

Réserve faite des conditions administratives à remplir, au point du vue des autorisations nécessaires, les conditions techniques à imposer sont, en ce cas, celles qui correspondent à la protection des lignes télégraphiques et téléphoniques.

Epissures et raccordements par manchons.

La Société anonyme des usines à gaz du Nord et de l'Est, dont les réseaux ont été endommagés au cours de la guerre, a dû les réparer au moyen d'épissures sommaires. Pour supprimer tous les points de sectionnement de la ligne et se conformer aux dispositions de l'arrêté technique du 30 juillet 1921, la Société aurait dû remplacer des longueurs importantes de fils, ce qui eût entraîné pour elle des frais considérables. Elle a présenté à l'Administration des Travaux publics, en conséquence, 3 dispositifs de raccordement de fils, destinés à être substitués aux épissures existantes, et a sollicité à ce sujet une autorisation de dérogation aux dispositions de l'arrêté technique.

Le Comité d'électricité a émis un avis favorable à cette demande en ce qui concerne deux des dispositifs proposés (1), mais à condition qu'ils ne seraient installés que sur certains points du parcours, et seulement chaque fois que le sectionnement du câble aura eu nettement pour cause un fait de guerre. La dérogation ne pouvant s'appliquer dans aucun autre cas.

A. C. L.

CONSULTATIONS JURIDIQUES

Expiration de police. — Puissance supérieure au contrat.

Question. — Le concessionnaire d'une distribution d'énergie électrique est-il en droit de couper le courant à un abonné dont la police vient à expiration, et qui utilise des lampes d'une puissance lumineuse supérieure à celle prévue par son contrat d'abonnement ?

Réponse. — 1° A l'expiration de la police en cours, le concessionnaire a le droit de couper le courant, si une nouvelle police n'a pas été consentie à l'abonné.

2° Si l'abonné n'exécute pas loyalement sa police en cours, le concessionnaire peut demander en justice la résiliation du contrat d'abonnement et le paiement de dommages-intérêts. Ceci est incontestablement son droit dans l'espèce indiquée. Mais il ne peut refuser le courant avant que la résolution du contrat ait été prononcée par justice.

En outre, au point de vue pénal, les agissements de l'abonné présentent un caractère frauduleux et délictuel tombant sous le coup de l'article 379 du Code Pénal. La jurisprudence est nettement établie en ce sens dans le cas de l'utilisation d'un nombre de lampes supérieur à celui autorisé par la police (Notamment : Trib. Corr. Bourges, 29 juin 1906 et Trib. Corr. Toulouse 27 janv. 1910).

R. Gérin,
Maître de Conférences à la Faculté de Droit de Lyon, Avocat à la Cour d'Appel.

(1) Manchon unifiletage à épanouissement Pairard et manchon ovale torsadé en hélice.

Inventions. — Appareils et procédés nouveaux

DISPOSITIF DESTINÉ A SIGNALER L'ISOLEMENT INSUFFISANT D'UN ISOLATEUR D'UNE LIGNE DE TRANSMISSION

Il est nécessaire de connaître l'isolement des armatures métalliques des chaînes d'isolateurs *e* (fig. 1). On dispose alors en série, sur un support isolant, un spire-thermomètre *a* étalonné, de manière à opérer la décharge dès que l'isolement est insuffisant. Il servira en outre d'appareil indicateur. (Br. Fr. 528.337. — Prinette).

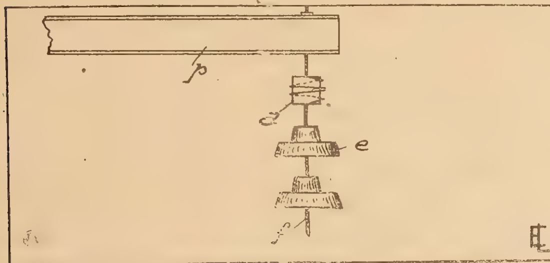


Fig. 1.

ELECTRO-AIMANT DONT LA FORCE PORTANTE VARIE AVEC LA SELF-INDUCTION, APPLICABLE COMME RÉGULATEUR D'INTENSITÉ OU COMME APPAREIL DE MESURE

C'est un électro-aimant à courant alternatif *s* commandant (fig. 2) une armature *a*, dont le déplacement est réglé par un ressort *c* et une tige *r*.

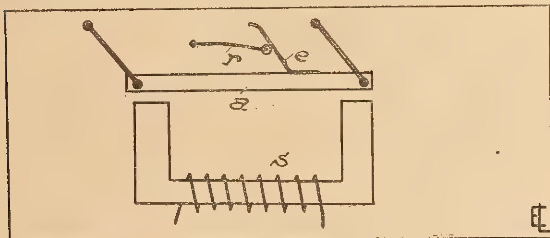


Fig. 2.

Ce ressort est tel que sa résistance varie avec la self-induction de l'électro-aimant, suivant une loi déterminée à l'avance. Le profil du ressort dépendra de la condition :

$$\frac{d\,L}{d\,x}.$$

Cet appareil peut être employé pour régler l'intensité ou comme appareil de mesure pour régler le courant de passage. (Br. Fr. 529.000).

CONTROLE D'INTERRUPTEUR PAR RADIATIONS LUMINEUSES

Dans ce dispositif (fig. 3) une cellule de sélénium D est montée en série avec une bobine électromagnétique B contrôlant un mécanisme d'interruption. Par exemple pour contrôler les lampes G servant à l'éclairage d'une rue, un condensateur F est monté en dérivation aux bornes de l'interrupteur. Le système le plus simple comprend un plongeur magnétique A flottant dans du mercure; ce plongeur attiré par la bobine B peut couper le contact *c* et en déplaçant le niveau du mercure il coupe le circuit entre deux contacts fixés normalement sous le niveau du mercure. (Br. Angl. 169.653. — Schattner).

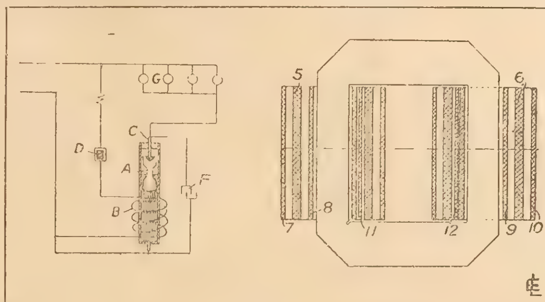


Fig. 3. Fig. 4.

PERFECTIONNEMENT AUX TRANSFORMATEURS DE PUISSANCE

Dans un transformateur comprenant un certain nombre de bobines, basse tension avec connexions permettant le réglage de la tension, les impédances des bobines basse tension sont égalisées par un procédé magnétique. Dans le dispositif de la figure 4, les enroulements haute tension 5, 6 sont placés sur chaque noyau; les enroulements haute tension étant montés entre deux enroulements B, T, 7, 8 ou 9, 10. Tous les enroulements basse tension ont le même nombre de spires et peuvent être connectés, en série, en parallèle ou en série parallèle selon le voltage désiré. Les impédances des enroulements basse tension sont égalisées en plaçant entre les enroulements haute tension et l'enroulement intérieur basse tension de chaque noyau des cylindres 11, 12 en matière magnétique. (Br. Angl. 169.915. — Metrop. Vickers).

TAMPONS ET OUTILS « VISVIT »

Comme son nom l'indique le but de cette invention est d'économiser un temps précieux dans le montage des tableaux et surtout dans les différentes installations que fait journellement l'électricien.

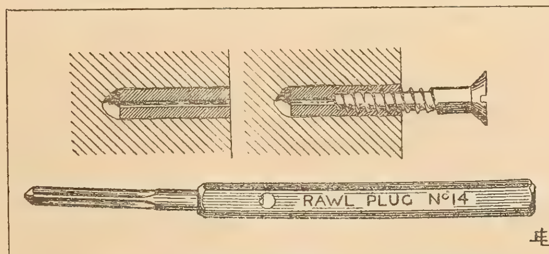


Fig. 5.

Les tampons *Visvit* sont des tubes de fibres de chanvre aglomérés qui servent à fixer les vis à bois de tous diamètres dans le plâtre, le marbre, la brique, la pierre, le ciment, le métal. Les avants-trous sont faits avec une extrême facilité et une propreté parfaite au moyen de l'outil *Visvit* (tamponoir acier), représenté figure 5. Comme on le voit sur la figure ci-dessus, après avoir fait un trou avec cet outil, on introduit le tampon dans lequel est ensuite vissée la vis de fixation, réalisant une fixation parfaite sans aucune dégradation pour la paroi. — Lagier, 8, rue Sainte-Isaure, Paris, 18e.

NOTIONS PRATIQUES

Les appareils de mesure : leur montage et leur contrôle.

(Suite [1].)

Voltmètre électrodynamométrique. — C'est un voltmètre à cadre mobile qui peut être employé pour les tensions alternatives. Il est formé de deux bobines en série, l'une fixe, l'autre mobile, leur circuit comprenant en outre, également en série, une résistance élevée. Le plan des spires de la bobine mobile est, au repos, perpendiculaire à celui des spires de la bobine fixe (fig. 6). Quand on applique une tension entre les bornes A et B un courant circule dans les deux bobines, la bobine fixe développe un champ magnétique perpendiculaire à son plan donc parallèle à celui de la bobine mobile. Sous l'influence du courant qui la parcourt, cette dernière tend à se placer perpendiculairement à la direction du champ, c'est-à-dire parallèlement à la bobine fixe. Le couple électrodynamique produit est équilibré par le couple développé par un ressort spirale, de sorte que l'aiguille prend une position d'équilibre déterminée par la valeur de la tension entre A et B. Si le sens de la tension vient à changer, le courant change de sens dans les deux bobines, la direction du champ magnétique créé par la bobine fixe change de sens en même temps que change le sens du courant dans la bobine mobile, de sorte que le sens du couple électrodynamique et par conséquent le sens de la déviation de l'aiguille ne changent pas. On pourra donc employer ces appareils pour les tensions alternatives.

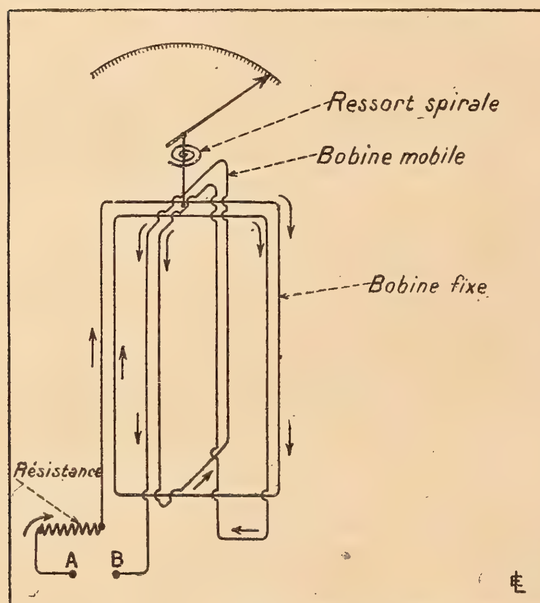


Fig. 6.

Mais les divisions de l'échelle ne sont pas équidistantes ; pour les faibles voltages, les divisions sont très serrées et les lectures ne sont précises qu'à partir du 1/3 de la tension maximum : ainsi pour un de ces voltmètres construits pour un maximum de 150 volts les lectures ne sont précises qu'à partir de 50 volts.

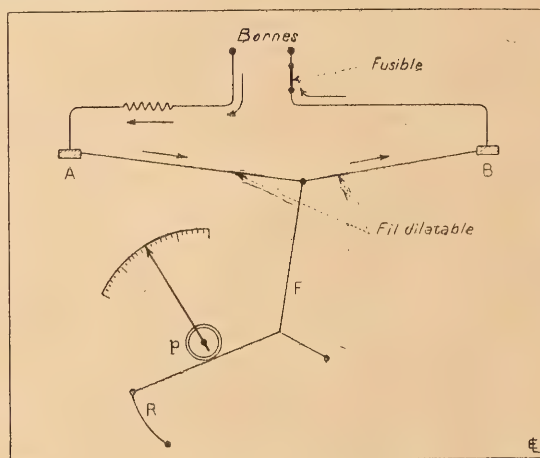


Fig. 7.

C. — Voltmètres thermiques. — Ils sont basés sur le principe suivant : si un fil de résistance R est parcouru par un courant I, la quantité de chaleur dégagée dans cette résistance en une seconde a pour valeur RI^2 joules ou $RI^2 \times 0,24$ calories. Sous l'influence de cette chaleur, le fil s'allonge et ses variations de longueur, qui dépendent du courant I, et par conséquent de la tension appliquée entre les extrémités de ce fil, permettent de mesurer cette tension. Ce fil fin, ne peut supporter que des courants très faibles : il est mis en série avec une résistance élevée. Les variations de longueur sont amplifiées et transmises à une aiguille qui se déplace devant les graduations d'une échelle

(1) Voir *l'Electricien* du 1er janvier 1922.

(fig. 7). Ces appareils peuvent évidemment être employés pour les tensions alternatives aussi bien que pour les tensions continues; ils sont apériodiques, leurs indications sont indépendantes de la fréquence des courants alternatifs et ils peuvent être étalonnés avec des courants continus. Pour les protéger contre un courant excessif qui pourrait brûler le fil dilatable, on dispose sur le circuit de ce fil un fusible qui peut facilement être remplacé.

Ce ne sont pas, en général, des appareils de tableaux; ils sont plutôt employés pour le contrôle des voltmètres pour courants alternatifs.

Système amplificateur : F, fil de laiton; *p*, poulie sur laquelle s'enroule le fil de laiton; R, ressort.

Quand, sous l'influence du courant, A B s'allonge, le fil F tendu par le ressort R fait tourner la poulie sur laquelle il est enroulé, ce qui déplace l'aiguille fixée sur l'axe de cette poulie.

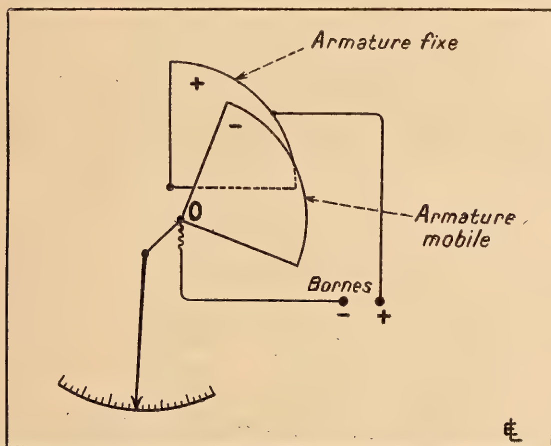


Fig. 8.

D. — Voltmètres statiques. — Ces voltmètres sont constitués par un condensateur dont une armature est fixe et l'autre mobile autour d'un axe O sur lequel est fixée une aiguille (fig. 8).

Lorsqu'on applique une tension entre les deux armatures, celles-ci se chargent de quantités d'électricité égales et de signes contraires et l'attraction qui s'exerce entre ces charges développe un couple qui s'exerce sur l'armature mobile. Ce couple est équilibré par un couple antagoniste dû à un contre-poids ou à un ressort. L'aiguille prend alors une position d'équilibre et ses oscillations sont amorties soit au moyen d'un cadre de cuivre qui se déplace entre les pôles d'un aimant (courants de Foucault), soit par la rotation d'un disque plan dans de l'huile.

Pour obtenir plus de sensibilité on groupe plusieurs condensateurs semblables au précédent, en fixant toutes les armatures mobiles sur l'axe qui porte l'aiguille, les armatures fixes étant reliées électriquement entre elles. Tel est le voltmètre multicellulaire de Kelvin (fig. 9). Ces appareils qui ne sont d'ailleurs traversés par aucun courant ne sont pas susceptibles de se déranger et servent en général à contrôler les voltmètres de tableaux.

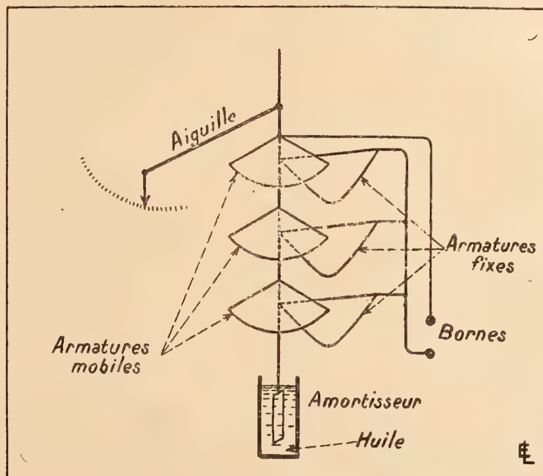


Fig. 9.

Ils sont employés pour les tensions continues comme pour les tensions alternatives.

P. Roberjot.



Problèmes sur les appareils de mesure.

I. — VOLTMÈTRES

A. — « En toute rigueur un voltmètre doit avoir une résistance infinie, sinon lorsqu'il est mis en dérivation entre deux points d'un circuit entre lesquels on veut mesurer la différence de potentiel, il modifie l'état électrique du circuit et par conséquent la tension à mesurer; il en résulte une erreur, en général négligeable, car la résistance du voltmètre est très grande par rapport à celle de la portion du circuit comprise entre les deux points. »

Ex. 101. — Pour mesurer la chute de tension dans une portion A B, de résistance 10 ohms, d'un conducteur parcouru par un courant, on emploie un voltmètre de résistance 200 ohms. L'indication est 2 volts. Quelle est la valeur de l'erreur due à la dérivation de courant dans le voltmètre ?

Ex. 102. — Pour déterminer la force électromotrice d'un élément de pile de résistance 5 ohms, on branche entre ses bornes un voltmètre de résistance 100 ohms qui indique 1,2 volt. Quelle est la force électromotrice de l'élément ? Quelle erreur fait-on en prenant pour valeur celle de l'indication du voltmètre ?

B. — « Un voltmètre est gradué à une température donnée; si la température change la résistance de son circuit change en même temps et l'indication du voltmètre n'est plus exacte. Pour que l'erreur soit faible, le circuit intérieur est formé d'une bobine mobile en fil de cuivre et d'une bobine fixe en un alliage de résistivité invariable avec la température dont la résistance est grande par rapport à celle de la bobine fixe mobile. »

Ex. 103. — **Un voltmètre a été gradué à 15 degrés, il est formé par une bobine mobile de fil de cuivre de résistance 75 ohms à 15 degrés et d'une bobine fixe en série avec la première en fil de constantan de résistance 100 ohms. Le coefficient de température du cuivre est 0,004, celui du constantan est nul.**

Quel est le voltage appliqué aux bornes de l'appareil lorsqu'il indique 60 volts à la température de 30 degrés ?

*Nota. — Les solutions seront publiées dans le deuxième numéro suivant. Les lecteurs sont invités à adresser auparavant à l'*Electricien *les réponses aux problèmes proposés. Des mentions spéciales seront délivrées pour* 50 *solutions justes.*

BIBLIOGRAPHIE

Annales des Postes, Télégraphes et Téléphones.

L'Administration des P. T. T. publie, depuis 1910, un bulletin technique trimestriel intitulé les *Annales des Postes, Télégraphes et Téléphones* qui, dès son apparition, a été accueilli avec faveur par le public. A côté d'études approfondies sur la téléphonie automatique ou sans fil, les relais téléphoniques, les appareils télégraphiques à grand rendement français et étrangers, la radiotélégraphie, on en trouve d'autres non moins documentées sur l'anti-induction, l'électrification des voies ferrées, l'emploi de l'aluminium à la construction des lignes électriques, l'outillage mécanique des grands bureaux postaux.

La revue publie un résumé des travaux du service d'études et de recherches techniques, du Comité technique des Postes et Télégraphes, et renferme en outre une analyse des périodiques en langue française et des traductions d'articles choisis dans les périodiques étrangers; elle se termine par des informations sur des questions d'actualité et sur les progrès les plus récents réalisés à l'étranger au point de vue technique.

La publication est faite par les soins d'une commission nommée par M. le Ministre des Postes et des Télégraphes et qui, présidée par M. Dennery, inspecteur général, vice-président du Comité technique des Postes et Télégraphes, comprend parmi ses membres des personnalités comme celles de MM. Blondel, membre de l'Institut, le général Ferrié, Milon, directeur de l'Exploitation téléphonique, MM. les professeurs Henri Abraham et Gutton, M. Pomey, ingénieur en chef des Télégraphes.

Afin d'augmenter leur caractère d'actualité et de répondre au vœu exprimé par les abonnés, les *Annales*, qui, jusqu'à présent, paraissaient tous les trois mois, paraîtront tous les deux mois à partir du 1er février 1922. L'Administration a confié l'édition des *Annales* à la Librairie de l'Enseignement technique, 3, rue Thénard, Paris, 5e.

L'Electricité à la campagne, par René Champly, ingénieur-mécanicien, 2e édition (Prix, 13 fr. 50).

Après quelques notions sur les différents appareils électriques, l'auteur donne une étude pratique et complète du problème de l'installation de l'éclairage dans une ferme, un atelier, une maison de campagne, soit par l'emploi d'un moteur, d'une dynamo et d'une batterie d'accumulateurs, soit par un secteur public de distribution d'électricité.

M. René Champly est bien connu par ses nombreux ouvrages de vulgarisation ; il donne dans ce livre les conseils d'un véritable praticien, avec le plus de simplicité et de précision, de façon que l'installation de l'électricité à la campagne est à la portée de tous. Des chapitres intéressants sont consacrés à la motoculture, aux paratonnerres, etc.

TRIBUNE DES ABONNÉS

*Notre Tribune est une rubrique de renseignements mutuels ouverte à tous nos abonnés. La Rédaction de l'*Electricien *n'est pas responsable des réponses fournies. Nous prions nos lecteurs de limiter leurs demandes au domaine de la pratique industrielle.*

DEMANDES

N° 508. — Y a-t-il un danger pour un moteur de 80HP biphasé 220 volts de diminuer 2 fois par jour pendant 25 minutes la vitesse à moitié en intercalant une résistance hydraulique dans le circuit du stator. Le moteur, pendant ces 25 minutes, n'entraîne qu'un engin, qui n'absorbe qu'au plus 6 HP. La vitesse normale du moteur est de 820 tours par minute.

N° 509. — Comment réaliser pratiquement un rhéostat liquide sans self, triphasé, permettant d'obtenir sous 200 volts entre phases un courant par phase variant de 0 à 50 ampères.

Même question pour un rhéostat monophasé sous 115 volts.

N° 510. — Pourrait-on me démontrer pourquoi on couple « normalement » les moteurs asynchrones triphasés en étoile sous la tension composée et en triangle sous la tension simple. Quel inconvénient y aurait-il à coupler en triangle même sous la tension composée ? Il semble que le rendement doit augmenter et la vitesse baisser.

N° 511. — Par quels procédés obtient-on l'aimantation par la trempe et la qualité d'acier à employer ?

N° 512. — Sur quel principe est basé un appareil appelé l'Intercept, permettant d'employer l'installation d'éclairage électrique comme antenne en T. S. F.

N° 513. — Je me trouve en ce moment en possession de deux moteurs à gaz pauvre, un 47 H , marque gardner, horizontal, l'autre marque Taylor, 25 chevaux horizontal.

Ayant sous la main un gazogène de 75 HP, je voudrais faire fonctionner les deux moteurs ensemble pendant une durée de quatre à cinq heures et arrêter le gros de 47, après la charge J'ai fait des essais de la marche du petit moteur après la mise en route du gros moteur. Je n'ai pu obtenir satisfaction. J'ai une prise de gaz pour chacun des moteurs sur la chambre à gaz d'arrivée, tuyaux libre avec un robinet pour les deux moteurs.

Je voudrais savoir si, par un autre moyen de tuyauterie, les deux moteurs pourraient fonctionner ensemble, vu qu'il n'y a pas possibilité à prise directe.

N° 514. — Je désirerais connaître quel serait la longueur et la section du fil d'un solénoïde de lampe à arc, genre Bardon, le solénoïde comportant deux enroulements, un en gros fil placé en circuit, et l'autre en fil fin en sens contraire du gros fil. Le solénoïde ayant deux noyaux de fer doux dont l'un mobile.

La différence de potentiel aux bornes de la lampe serait de 36 à 45 volts en courant continu. Je désirerais donc connaître les caractéristiques de ce solénoïde, sous 5 ampères 10 et 15 ampères en courant continu. Et aussi les caractéristiques sous 8 ampères 30 volts à courant alternatif 5 périodes.

N° 5 5. — 1° Quel est le genre de tendeur de fils le plus pratique pour fretter les induits ?

2° Quel est le meilleur collier à vis pour serrer les collecteurs de dimension moyenne, n'ayant pas de presse, je ne peux pas me servir d'un collier d'une seule pièce.

N° 516. — Une commutatrice, démarrage moteur asynchrone avec transformateur 500 ,75 triphasé 50 périodes. Pourrait-on m'indiquer les précautions à prendre pour le démarrage de cette commutatrice ?

N° 517. — Quel serait le moyen pratique le plus employé pour faire marcher un tableau de sonneries à aiguilles aimantées avec un transformateur genre « Férix » (ou autre système) branché sur du 110 volts alternatif. Un redresseur bien approprié pour le bon fonctionnement d'un tableau d'hôtel ? Les piles devenant un entretien coûteux et un inconvénient pour l'arrêt pendant le nettoyage, etc...

N° 518. — Où peut-on se procurer la brochure *Eclairage électrique des véhicules*, par Rosaldy.

N° 519. — Un abonné pourrait-il m'indiquer quel genre de dynamo on emploie pour être actionnée par un moteur à vent (roue éolienne) et quel est l'enroulement spécial qui est appliqué à ces machines pour fonctionner à voltage constant sous des vitesses variables. Existe-t-il un ouvrage pratique traitant la question de l'établissement de ces moteurs à vent au point de vue mécanique et électrique ?

N° 520. — Je désirerais avoir des renseignements sur un type de moteur à courant continu dont les caractéristiques sont les suivantes : Moteur Thomson, Type A, M5, 250 volts, 14 ampères, 1.400 t. p. m. 4 pôles, 2 balais, Induit en tambour.

Le circuit inducteur est particulier en ce sens que le champ N. S est produit par une bobine fil fin et une bobine gros fil connectées suivant schéma ci-contre (fig. 1).

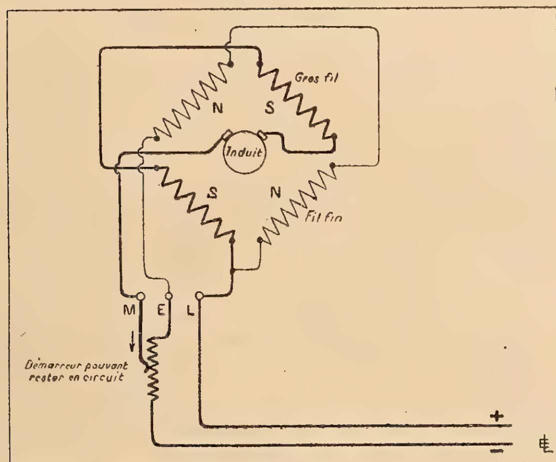


Fig. 1.

Quels sont les avantages de ce moteur au point de vue du couple, de la vitesse et de la graduation de celle-ci ?

N° 521. — Peut-on monter sur une bicyclette un accumulateur se chargeant dans la journée à l'aide d'un alternacycle, ce qui permettrait le soir de s'éclairer avec l'accumulateur. L'alterna yc e ayant l'inconvénient, en grande vitesse, de détériorer trop rapidement les ampoules.

N° 522. — Ayant terminé une installation de force motrice (50 K. V. A.) sur le Secteur de la Rive gauche (monophasé — 42 périodes 110 volts) j'ai été surpris de voir poser par la C. P. D. E. 2 compteurs montés en série sur le secondaire d'un transformateur d'intensité, les bobines tension étant montées sur le 110 volts comme à l'ordinaire.

Je désirerais savoir quel est le fonctionnement d'un de ces compteurs, dit compteur réactif, quelle est sa construction au point de vue électrique et dans quelle mesure il modifie les indications du premier, dit compteur actif.

N° 523. — Un abonné de l'*Electricien* pourrait-il me vendre les livraisons de cette revue parues du 1er janvier au 15 mars 1921 inclus ; c'est-à-dire les numéros 1267-1268-1269-1270-1271. Réponse à M. L. Delfortrie, 88, rue Gambetta, Valenciennes (Nord).

N° 524. — Les transformateurs d'intensité, assez communément nommés réducteurs, peuvent-ils fonctionner en élévateurs ? Leur rapport de transformation est-il le même en ce cas. Je vous pose la question à la suite des essais suivants : ayant eu besoin d'un courant de 100 ampères pour l'étalonnage des bobines à maxima d'un disjoncteur, et ne disposant pas de ligne assez forte, j'eus l'idée de me servir de transformateurs d'intensité comme élévateurs. J'ai obtenu les résultats suivants :

1° Avec un transformateur de 200 /5, en dérivation aux bornes d'une source à 220 v., 50, j'obtenais au secondaire un maximum de 60 ampères avec 15 ampères au primaire.

2° Avec un transformateur de 300 /5, toujours directement branché sur 220 volts, j'obtenais un maximum de 40 ampères au secondaire avec absorption au primaire d'un courant de 15 ampères. Qu'en concluez-vous ?

N° 525. — Si l'on alimente avec du courant continu, un voltmètre ou un ampèremètre thermique à courant alternatif, quel rapport y a-t-il entre les deux indications données par l'appareil ?

N° 526. — Deux transformateurs, dans l'huile, alimentés respectivement par les phases 1 et 2 du diphasé C. P. D. E. donnent chacun au secondaire 240 volts et 150 ampères avec un échauffement très acceptable.

Mais, en vue d'une application particulière, on a couplé les deux secondaires en série : tension obtenue 336 volts, seulement avec un débit de 25 ampères l'échauffement atteignait 100° C. Pourquoi ?

N° 527. — Dans un ampèremètre F. A. C. à palettes de fer doux, l'une fixe, l'autre mobile entraînant l'aiguille, j'observe pour le sens indiqué du courant, 2 ampères par exemple ; si j'inverse le sens du courant, l'appareil indique seulement 1 ampère 2. Cela ne proviendrait-il pas de ce que le fer doux conserve un résidu d'aimantation ?

Pourrai-je employer cet appareil sur de l'alternatif 42 périodes et quelles seraient la valeur de ses indications ?

Demandes d'adresses de constructeurs.

N° 528. — Demande d'adresse de constructeurs ou de fournisseurs de tous genre de zincs amalgamés pour piles à liquide.

N° 529. — Je désirerais connaître quelques adresses de fournisseurs d'installations complètes de bains de nickelage et d'argenture. Adresses françaises si possible.

N° 530. — Je vous serais obligé de bien vouloir m'indiquer une ou deux adresses de fournisseurs pour l'électricité se spécialisant : 1° dans la lustrerie ; 2° dans la verrerie.

RÉPONSES

N° 429 R. — On peut toujours faire fonctionner un moteur asynchrone en génératrice asynchrone, quelque soit le mode de bobinage du rotor, en court-circuits ou non. Pour cela, il suffit d'alimenter le stator par le courant

du réseau afin de fournir le courant magnétisant nécessaire à la générat ice asynchrone et d'entraîner (par un moyen mécanique quelconque) dans le champ produit par ce stator, le rotor. La génératrice produit du courant dès que la vitesse du roror est supérieure à celle du champ dans lequel il est entraîné et la puissance fournie est fonction uniquement de la vitesse jusqu'au décrochage.

Néanmoins, le cas que vous nous signalez ne paraît pas du tout intéressant, car si vous entraînez votre génératrice asynchrone par un moteur asynchrone, pour avoir une prise directe, il faudrait que les stators des deux appareils eussent un nombre de pôles différents et que la vitesse du moteur soit rendue variable d'une façon aisée. S'ils ont tous les deux le même nombre de pôles, il faudra les relier à l'aide d'une courroie ou d'engrenages appropriés afin que la génératrice puisse tourner plus vite que le moteur. Vous pourrez choisir pour la génératrice une gamme de vitesses comprises entre la vitesse du champ et cette même vitesse plus le glissement que la machine aurait si elle tournait en moteur. Mais, dans ce cas, il faut bien remarquer que, au fur et à mesure que vous voudrez augmenter la puissance débitée, il faut augmenter la vitesse, or le moteur se charge de plus en plus, le glissement augmente et la vitesse de l'ensemble diminue, on obtient ainsi l'inverse de ce que l'on cherche.

Ce moyen d'entraîner une génératrice asynchrone n'est certainement pas à préconiser. E. François.

N° 443 R. — Un auto transformateur de démarrage est un transformateur à un seul enroulement qui permet d'envoyer la tension au moteur d'une façon progressive. Le schéma ci-contre (fig. 2) indique le montage pour une phase. Quand, en fin de démarrage, la tension totale est appliquée au moteur, l'enroulement de l'autotransformateur est mis automatiquement hors circuit. En triphasé, on utilise généralement deux transformateurs seulement pour les trois phases.

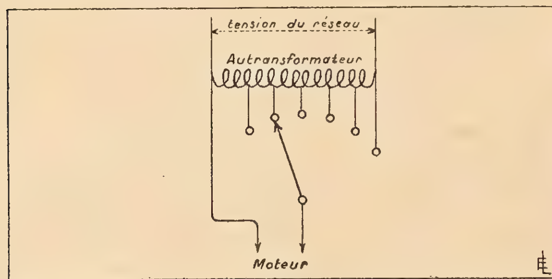


Fig. 2.

N° 450 R. — M. R. Friéderich, secrétaire de la Chambre syndical des consommateurs d'électricité, 156, avenue Parmentier (10e), peut, croyons-nous, vous donner tous renseignements. — M. L. Poirier.

N° 463 R. — Construisez un shunt d'après les données suivantes :

La différence de potentiel aux bornes du shunt est la même que celle aux bornes du voltmètre, elle a pour valeur :

$$E = 0{,}1 \times 8{,}98 = 0{,}898.$$

Le courant qui sera admis à passer dans le shunt sera 1—0,1 = 0 ampère 9 la résistance du shunt sera :

$$r = \frac{0{,}898}{0{,}9} = 0.99 \text{ ohms}$$

Prenez un fil de maillechort de 5 dixièmes et faites en une petite bobine de façon que la longueur du conducteur soit $0^m{,}495$ et vous obtiendrez la résistance nécessaire.

Si les graduations du cadran ne sont pas proportionnelles, vous aurez quelques légères erreurs de lecture, néanmoins vous pouvez compter sur une approximation au 1/50e.

Emile Vachet.

N° 466 R. — Etant donnée la puissance de 15 HP pour utiliser toutes les encoches, on pourra employer un enroulement à 8 pôles avec 2 encoches par pôle et par phase, soir $2 \times 3 \times 8 = 48$ encoches.

Vous aurez donc 12 bobines.

Ce nombre de 8 pôles est celui qui convient le mieux pour la vitesse, il vous donnera à vide une vitesse de 750 tours, d'après la formule $n = \frac{60 \times f}{p}$ où n est le nombre de t. m. f : la fréquence et p t /m le nombre de paires de pôles.

Admettons pour le moteur un cos φ de 0,7.

La puissance en kilovolt-ampère devient :

$$P = \frac{15 \times 736}{0{,}7 \times 10^3} = 15 \text{ K V A. } 780$$

Le courant à pleine charge sera donc $I = \frac{P \times 10^3}{E}$ Or puisque vous voulez employer le montage en étoile $E = \frac{U}{\sqrt{3}}$, U, étant la tension d'alimentation.

Donc $I = \frac{15.780 \times \sqrt{3}}{220} = 125$ ampères.

A raison de 3 ampères par millimètre carré, il vous faudra donc 3 fils de 40/10 en parallèle.

Je crois qu'il serait préférable d'employer le montage triangle. A. Roy.

N° 480 R. — Si l'abonné veut bien donner dans la revue le croquis d'armement des poteaux, nature du transport d'énergie, longueur de la ligne et nombre d'appuis ; peut-être pourrai-je lui faire connaître une solution efficace et peu coûteuse, étant bien entendu que l'on se propose uniquement de combattre le ronflement des écouteurs. — M. L. Poirier.

N° 503 R. — Nous pensons que l'emploi d'une dynamo inversement compound, permettrait de travailler à puissance pratiquement constante, et éviterait de donner des à-coups au moteur à essence. Nous pourrions nous charger de la fourniture de ces moteurs.

N° 504 R. — Nous pouvons construire des moteurs répondant aux caractéristiques demandées et nous tenons les prix à la disposition du client. — « Electro-Mécanique La Picardie, 180 à 190, rue Saint-Fuscient. » Amiens.

N° 514 R. — Nous avons donné plusieurs fois dans l'*Electricien* des exemples ce calculs de solénoïdes ou électrons.

Vous pourrez trouver la théorie plus complète de ces calculs dans le « Cours d'électricité industrielle » de M. Roberjot.

N° 518 R. — La librairie Dunod peut vous fournir cet ouvrage, ainsi que tous autres.

N° 522. R. — Nous publierons dans le prochain numéro une note à ce sujet,

N° 530 R. — Nous pouvons vous indiquer comme fournisseurs :

1° Lustrerie : Brandt et Fouilleret, 24, rue Cavendish, Paris ; Turgi, 39, quai Bourbon, Paris ; Helbé, 6, rue Beaurepaire, Paris.

2° Verrerie : Moïdinger, 21, rue de l'Hirondelle, Paris ; Verrerie de Follembray (Aisne).

Le Gérant : L. De Soye

38e Année. — N° 1295 1er Mars 1922

L'ÉLECTRICIEN

Rédacteur en chef : Maurice SOUBRIER

Secrétaire général : L.-D. Fourcault

DUNOD, Éditeur. 49, quai des Grands-Augustins, PARIS, VIe. — *Tél.* : GOB. 19-38 et 53 01

COMPARAISON ÉCONOMIQUE

entre traction électrique et traction à vapeur.

L'Electrification du Chicago-Milwaukee-Saint-Paul, aux Etats-Unis, dont nous avons entretenu nos lecteurs dans les numéros de l'Electricien *des 15 janvier, 1er février, 1er mars, 1er avril et 1er mai 1920, a remporté un succès si considérable qu'il n'est plus contesté même par les partisans les plus irréductibles de la traction à vapeur. Cette exploitation a fourni le thème d'une multitude de notes et de rapports parus dans les revues techniques américaines et continentales. Nous voudrions, dans le présent article, résumer succinctement ce qui a été dit à ce sujet.*

Les données précises que l'on possède sur la consommation de courant, sur les dépenses d'entretien et sur la régularité du service, permettent dès maintenant d'établir une comparaison serrée entre la traction électrique et la traction à vapeur. — Le tableau I se rapporte à la section électrifiée Avery-Harlowton (710 kilomètres) et à l'année 1918. (Voir p. 98.)

L'énergie électrique a été mesurée en haute tension, à 100.000 volts, au point d'alimentation de la Montana Power C°. Les consommations indiquées tiennent compte de l'économie de 14% droduite par la récupération. Cette récupération est possible à cause des rampes et des pentes que présente le profil accidenté de la zone électrifiée Avery-Harlowton. Pour un réseau présentant un profil régulier, il n'en serait pas ainsi. La consommation devrait donc y être évaluée à $\frac{22,7}{0,86} = 26,4$, soit, en chiffres ronds, 27 watts-heures haute tension par tonne kilométrique totale.

Il y a lieu, à ce sujet, d'ouvrir une parenthèse. Il faudrait bien se garder d'appliquer une aussi faible consommation aux projets d'électrification des chemins de fer européens. Cela tient à plusieurs raisons. Dans le cas du Chicago-Milwaukee, le tableau I fait ressortir la prépondérance manifeste du service marchandises, à faible vitesse et par suite à faible consommation, sur le service voyageurs : les tonnes kilométriques totales comprennent 83 % de marchandises et 17 % de voyageurs. Une telle répartition est généralement inconnue en Europe.

En second lieu, la résistance au roulement par tonne du matériel européen est plus grande que celle du matériel américain. Des essais effectués aux Etats-Unis ont en effet clairement montré que cette résistance unitaire croît quand le poids du véhicule diminue. Or, en Amérique, le matériel est

TABLEAU I

Relation entre les kilowatts-heure et les tonnes kilométriques (T K) *du Chicago-Milwaukee-Saint-Paul.* Section Avery-Harlowton (1918).

	Voyageurs	*Marchandises*
Poids moyen d'une locomotive	272 tonnes (1)	257 tonnes
Locomotives, km	1.047.000	2.304.000
T K locomotives	283.920.000	592.590.000
T K remorquées	633.223.000	4.226.912.000
T K totales	917.143.000	4.819.502.000
Rapport entre les T K locomotives et les T K totales	31 %	12,3 %
Même rapport pour l'ensemble (voyageurs et marchandises)	15,5 %	
Kilowatts-heure consommés	24.890.000	105.287.000
Watts-heure par T K remorquée	39,3	24,8
Watts-heure pour l'ensemble	26,7	
Watts-heure par T K totale	27,2	21,8
Watts-heure pour l'ensemble	22,7	

beaucoup plus lourd que le nôtre et de plus, par la nature même du trafic, la proportion de wagons circulant à pleine charge est plus grande que chez nous.

En troisième lieu, le tonnage total, pour un même tonnage remorqué, est plus faible en Amérique qu'en Europe, à cause du poids énorme des trains (ceux de marchandises atteignent jusqu'à 10.000 tonnes). On comprendra l'importance de cette remarque au point de vue de la consommation, si on note que la résistance au roulement par tonne des locomotives est de 3 à 5 fois plus élevée que celle du matériel roulant ordinaire.

Il ne faudra donc pas s'étonner si, dans les projets d'électrification des chemins de fer européens, on tombe sur des consommations d'énergie très supérieures, quelquefois plus que doubles, du chiffre de 27 watts-heure, haute tension, par tonne kilométrique totale.

Cette réserve faite, et bien que l'idée ridicule ne soit jamais venue à personne de proposer l'électrification immédiate de tous les chemins de fer des Etats-Unis, car certaines lignes à faible trafic ne « paieraient » certainement pas l'opération, nous allons cependant essayer d'évaluer l'économie globale de combustible qui résulterait de l'électrification totale des chemins de fer des Etats-Unis.

Le tableau II indique la répartition du tonnage total des chemins de fer américains en 1918.

On a divisé le poids des locomotives à vapeur en deux parties : poids adhérent et poids non adhérent. Il est en effet de toute évidence que le poids adhérent doit en principe être le même, quel que soit le système de traction employé.

Les quatre premiers chapitres, représentant 85,86 % du tonnage total, en 1918, peuvent être regardés comme fondamentalement communs aux deux exploitations, électrique et à vapeur. Mais l'adoption de la traction électrique supprimerait

TABLEAU II

Tonnage kilométrique total des chemins de fer américains en 1918.

	Millions T K	%
1. Wagons à marchandises	752.000	42,30
2. Wagons de charbon (rapportant aux Compagnies	288.000	16,23
3. Poids adhérent des locomotives	193.000	10,90
4. Voitures à voyageurs	286.000	16,13
Trafic rapportant aux Compagnies	1.519.000	85,56
5. Combustible pour les Compagnies	95.500	5,39
6. Tenders	115.000	6,50
7. Poids non adhérent des locomotives	45.500	2,55
Trafic ne rapportant pas aux Compagnies	256.000	14,44
Total général	1.775.000	100

complètement le chapitre 6 relatif aux tenders ; le chapitre 7 serait réduit de 50 % et le chapitre 5 de 80 %, les 20 % restants représentant le charbon consommé par les compagnies pour des besoins autres que pour la traction des trains. Autrement dit, nous obtiendrions, avec la traction électrique, les chiffres suivants :

	Millions de T K	%
Trafic rémunérateur	1.519.000	97,3
Trafic non rémunérateur	42.000	2,7

Le pourcentage du trafic rémunérateur serait ainsi augmenté de 12 % environ.

En cas d'électrification totale, on utiliserait le plus possible l'énergie d'origine hydraulique en raison de son prix de revient relativement faible ; mais une grande partie du courant fourni serait de source

(1) Dans cette étude nous avons ramené les tonnes américaines à des tonnes métriques.

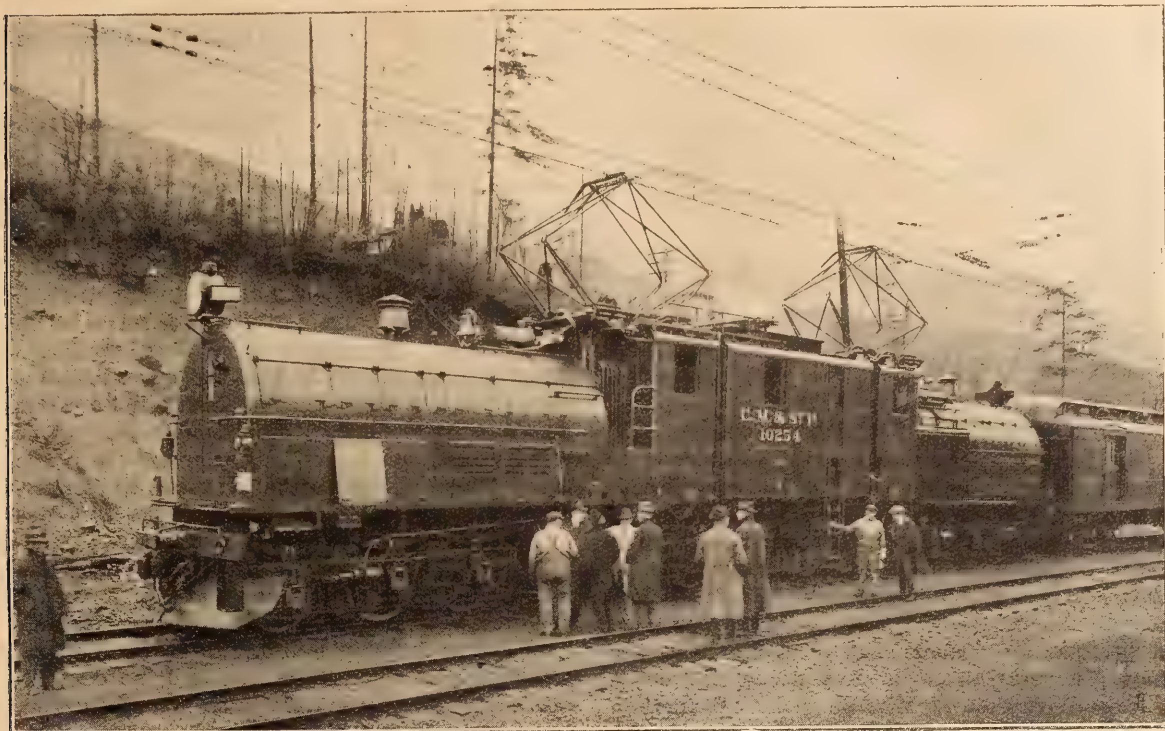


Fig. 1. — Locomotive électrique de Chicago-Milwaukee-Saint-Paul.

thermique, à cause de la distribution inégale des eaux.

Pour établir notre comparaison, nous admettrons que toute l'énergie électrique serait produite par des Centrales thermiques, construites de préférence sur le pas des mines. Nous allons, dans cette hypothèse, évaluer l'économie de charbon qui résulterait de l'emploi de Centrales modernes perfectionnées, à rendement élevé, remplaçant les chaudières des 65.000 locomotives américaines qui sont destinées à assurer le service et non à réaliser des économies de combustible.

Le tableau III donne la situation des Etats-Unis au point de vue des combustibles pendant l'année 1918.

Un quart environ du charbon extrait aux Etats-Unis est donc consommé par les chemins de fer à vapeur.

TABLEAU III

Production totale de charbon (toutes qualités)	616.000.000 T
Charbon consommé par les chemins de fer à vapeur	148.000.000 T
Huile lourde totale consommée aux Etats-Unis	423.000.000 hectol.
Quantité consommée par les chemins de fer	54.500.000 hectol.
Charbon équivalent	12.000.000 T
Consommation totale de charbon par les chemins de fer	160.000.000 T

Essais de consommation de charbon sur les locomotives à vapeur.

Première série d'essais. — Avant l'électrification, de nombreux essais furent faits en 1910, sur la division des Montagnes Rocheuses du Chicago-Milwaukee-Saint-Paul, pour déterminer la relation existant, *en pleine marche*, entre le travail en chevaux-heures (HP H) à la jante des roues motrices et la consommation de charbon sur les locomotives. Le tableau IV indique les résultats de ces essais.

TABLEAU IV

	Charbon par HP H à la jante. Kgr.
Three Forks-Piedmont	3,52
Piedmont-Donald	3,42
Deer Lodge-Butte	3,78
Butte-Donald	3,96
Harlowton-Jenny	4,05

Jenny-Summit	4,30
Three Forks-Piedmont	2,89
Piedmont-Donald	2,63
Moyenne des 8 essais	3,57

Ces chiffres ne correspondent qu'à un travail utile et ne comprennent pas les pertes accessoires dont l'importance est indiquée dans le tableau V.

TABLEAU V

Pertes accessoires. Charbon brûlé par heure.

	Kgr.
Charbon brûlé au dépôt	68
Charbon brûlé pour la mise en pression	363
Charbon brûlé pendant les descentes	432
Charbon brûlé aux stationnements	227

En tenant compte de ces pertes accessoires, on trouve que la consommation de charbon est de 4 k., 62 par HP H à la jante des roues motrices.

Cette série d'essais a montré que les pertes accessoires augmentent de 30 % la consommation de charbon. Ces chiffres ne tiennent d'ailleurs pas compte du service des manœuvres de gare. On devrait par conséquent conclure de ces essais que dans les conditions ordinaires de service de la traction à vapeur, un tiers au moins du charbon brûlé sur les locomotives est dépensé en pertes accessoires.

Deuxième série d'essais. — On a enregistré pendant 30 jours la consommation de combustible sur toute la section des Montagnes Rocheuses et on est tombé sur un chiffre de 4 k., 65 par HP H à la jante des roues motrices. Pour faire le calcul, on a admis, après essais au dynamomètre, une résistance moyenne au roulement de 3 kilogs par tonne à toutes vitesses et en tenant compte des courbes.

Troisième série d'essais. — Sur la ligne du Chicago Milwaukee, on a remorqué à la vapeur un train de 36 wagons, pesant 800 T, entre Harlowton et Three Forks (180 kilomètres). De Harlowton à Loweth (80 kilomètres), on monte de 500 mètres. De Loweth à Three Forks (100 kilomètres) on descend de 525 mètres. Pour un tonnage de 1.000 T, le charbon consommé a été trouvé égal à 16.200 kgs, dont 12.000 kgs pour le travail utile et 4.200 kgs pour les pertes accessoires (charbon consommé à la mise en pression, dans les stationnements et pendant la descente). La puissance calorifique du charbon employé était de 6.600 calories.

La revue américaine indique, sans donner de détails, que le travail mécanique à la jante des roues a été de 2.900 HP H, ce qui correspond à une consommation de 5 k., 58 par HP H à la jante des roues motrices.

En résumé, d'après les ingénieurs électriciens américains, la consommation de charbon varierait entre 4 k., 6 et 5 k., 6 par HP H à la jante des roues motrices, soit en moyenne 5 k., 1.

Critique de ces essais.— Nouvelles expériences.

Ces chiffres sont certainement exagérés et ne sauraient être pris pour base dans une comparaison avec la traction électrique. En voulant trop prouver, les ingénieurs électriciens américains ont soulevé de violentes critiques de la part d'un grand nombre d'ingénieurs de la traction à vapeur. Dans le numéro de mai 1921 du *Bulletin de l'Association Internationale des Chemins de fer*, nous lisons, sous la signature de M. John E. Muhlfeld, que ces chiffres sont « ridicules ». Il reconnaît bien que les pertes dues aux stationnements des locomotives à vapeur représentent dans la pratique ordinaire une partie appréciable de la consommation totale de combustible. Mais il ajoute que la plupart de ces pertes pourraient être sensiblement réduites, sinon éliminées entièrement, par la modernisation du matériel actuel et le perfectionnement des méthodes d'entretien et de conduite, ce qui aurait pour conséquence de priver les ingénieurs électriciens de leur principal argument en faveur d'une électrification générale. Il fait remarquer, non sans raison, que sur les 65.000 locomotives à vapeur américaines, 60.000 sont à simple expansion et 5.000 seulement munies de cylindres compound. De ce nombre total, 25.000 seulement possèdent jusqu'à présent des surchauffeurs. De grandes économies seraient donc possibles si on généralisait le compoundage et la surchauffe.

M. Muhlfeld donne les résultats d'essais au wagon-dynamomètre, faits en mars et avril 1918, sur la grande ligne du Santa-Fé, entre Fort Madison et Marceline (181,3 kilomètres), sur un profil à déclivités de 8 millimètres par mètre. Les locomotives à vapeur essayées étaientdu type Mikado ordinaire à marchandises, avec surchauffeur. Les essais ont consisté à remorquer des trains de marchandises pesant 2.180 à 2.360 tonnes dans la direction de l'est et 1.680 à 2.040 tonnes dans la direction de l'ouest. Les résultats de ces essais sont consignés dans le tableau VI.

TABLEAU VI

Nombre total de parcours de 181,3 kilomètres chacun	10
Parcours total en kilomètres	1.813,7
Temps moyen de marche, en heures	5,25
Temps moyen de stationnement, en heures	1,01
Temps total, en heures	6,26
Vitesse moyenne, en kilomètres-heure	34,8

Tonnage remorqué par train, en tonnes.. 2.320
Tonnage kilométrique moyen, en 100 TK 417,6
Consommation moyenne de charbon par 1.000 TK, en kilogs................ 31,85
Surchauffe moyenne, en degrés centigrades.......................... 96
Consommation moyenne de charbon par HP H (chaudières et surchauffeurs), en kilogs......................... 2,23

Loin de nous la pensée de suspecter la bonne foi des expérimentateurs. Toutefois nous ferons remarquer que, d'après ces résultats, il faudrait dépenser $\frac{31,85}{2,23} = 14,3$ HP H pour remorquer 1.000 TK, ce qui correspond à une résistance moyenne de 3 k., 9 par tonne, pour une vitesse moyenne de 34,8 kilomètres-heure. Or, la formule généralement admise en Europe : $r = 2,5 + \frac{V^2}{2.500}$ donne pour cette vitesse $r = 2$ k. 8. Nous n'oublions pas que la ligne sur laquelle ont été effectués les essais présente des déclivités de 8 millimètres et que le travail positif de la gravité quand on monte une rampe n'est pas exactement compensé par un travail négatif égal quand on la descend, par suite de la nécessité de freiner dans les descentes. Toutefois, une majoration de 40%, même en tenant compte de l'énergie de force vive dépensée pour les démarrages, nous paraît exagérée, d'autant plus que la résistance au roulement du matériel américain est, pour les raisons exposées plus haut, plus faible que celle du matériel européen.

En majorant de 20% le chiffre de 2 k., 23 pour tenir compte des machines de réserve, allumages, etc. nous trouvons une consommation de 2 k., 8 par HP H à la jante des roues motrices.

Cette consommation est très inférieure à celle de 5 k., 1 moyenne indiquée par les ingénieurs électriciens. Cet écart énorme ne peut s'expliquer uniquement par des erreurs possibles dans les diverses expériences, mais, partiellement, tout au moins, par les différences des conditions d'essai. Si en effet il est tout à fait légitime de prétendre que des améliorations notables peuvent être obtenues, au point de vue de l'économie du combustible, par la modernisation des locomotives à vapeur, il n'est cependant pas possible de compter qu'en service courant les mécaniciens et chauffeurs abandonnés à eux-mêmes, surveilleront le fonctionnement économique de leurs machines, avec autant d'attention que dans un essai conduit avec toutes les précautions désirables et sous le contrôle incessant et intéressé d'ingénieurs, qui veulent défendre une thèse.

Statistiques des chemins de fer italiens.

Pour fixer nos idées, entre des opinions aussi opposées, nous allons nous reporter aux statistiques des chemins de fer italiens. En Italie, en effet, où le charbon provient en totalité de l'étranger, la question de la consommation de combustible a été étudiée d'une façon particulièrement serrée. En Amérique, au contraire, où le charbon abonde, l'économie de combustible ne joue qu'un rôle tout à fait accessoire et c'est ce qui explique les grosses consommations unitaires indiquées précédemment.

Les statistiques officielles italiennes sont établies en partant de la notion de *tonne kilométrique virtuelle*. Par définition, la *longueur virtuelle* d'une ligne de profil quelconque est la longueur de la ligne en palier et alignement droit qui correspond, pour un même poids de train, à une même dépense d'énergie. Admettons une résistance moyenne de 4 kgs par tonne en palier et alignement droit, ce qui correspond ,d'après la formule rappelée plus haut, à une vitesse de 61 kilomètres-heure, vitesse admissible si l'on considère la vitesse moyenne de l'ensemble des trains, voyageurs et marchandises. Le travail pour remorquer une tonne kilométrique virtuelle devient alors une unité de travail égale à 4.000 kilogrammètres (4 kilogs × 1.000 métres).

Or les statistiques italiennes font ressortir une consommation *en marche* de 58 grammes de charbon par TK virtuelle *remorquée*, c'est-à-dire pour 4.000 kilogrammètres *au crochet*, soit par HP H utile (270.000 kilogrammètres) au crochet

$$\frac{270.000 \times 0,058}{4.000} = 3 \text{ k., } 92 \text{ de charbon.}$$

D'après les indications des ingénieurs italiens, cette consommation doit être majorée de 20% environ pour tenir compte des machines de réserve, des allumages, etc., ce qui donne 4 k., 7 par HP H au crochet d'attelage. Admettons que le rapport du tonnage total et du tonnage remorqué soit d'environ 1,25 ; nous trouvons finalement 3 k., 76 par HP H à la jante des roues motrices.

(Remarquons qu'en adoptant la vitesse relativement élevée de 61 kilomètres-heure pour la vitesse moyenne de l'ensemble des trains, voyageurs et marchandises, nous avons favorisé la traction à vapeur. Si nous avions abaissé cette vitesse moyenne à la valeur peut-être plus vraisemblable de 55 kilomètres-heure, un calcul analogue au précédent nous aurait conduit à une consommation de 4 kilogs par HP H à la jante).

***

Charbon économisé par l'électrification.

Pour évaluer l'économie globale de combustible qui résulterait de l'électrification totale des chemins de fer des Etats-Unis, nous partirons d'une consommation de 4 kilogs par HP H, soit 5 k. 5 par kilowatt-heure à la jante des roues motrices.

On admet généralement un rendement global de 50% entre le crochet d'attelage des tracteurs électriques et les barres omnibus à haute tension de la centrale. D'après le tableau I, le rapport des T K totales aux T K remorquées est de 1,20. Le rendement entre la jante des roues motrices et les barres omnibus est ainsi de 50 × 1.2 = 60%. Il nous serait donc permis de dépenser 5,5 × 0,6 = 3 k. 3 de charbon par kilowatt-heure haute tension produit à la centrale. Comme il est loin d'en être ainsi, on prévoit l'importance de l'économie de charbon qui résulterait de l'électrification.

Cette consommation de 3 k. 3 est à peu près égale à celle résultant des essais faits avant et après l'électrification du Butte, Anaconda and Pacific Railway. On a en effet trouvé qu'il fallait brûler sur les locomotives à vapeur 3 k., 25 de charbon pour faire le même travail que 1 kilowatt-heure délivré par la Centrale électrique.

Nous donnons ci-après les résultats de l'analyse du charbon utilisé dans les essais du Butte Anaconda.

Carbone	49,26%
Matières volatiles	38,12%
Cendres	7,74%
Humidité	4,88%
Pouvoir calorique	6.600 calories.

Nous allons, à titre de vérification et pour justifier notre point de départ, établir, en partant des bases précédentes, quelle serait la consommation théorique de charbon pour tous les chemins de fer à vapeur des Etats-Unis et la comparer à la consommation réelle.

T K totales 1918	1.775.000.000.000
Watts-heure H T par T K totale	27
KWHs totaux H T	47.925.000.000
KWHs à la jante des roues	28.755.000.000
Consommation de charbon à raison de 5 k. 5 par KWH à la jante	158.000.000 T

On voit que cette consommation *théorique* de 158 millions de tonnes est très sensiblement égale à la consommation réelle qui est de 160 millions de tonnes (voir tableau III).

Pour évaluer la quantité de combustible qui serait économisée par l'électrification, nous admettons que 1 kilowatt-heure à haute tension peut être produit dans la Centrale avec 1 k., 2 de charbon. Ce chiffre est certainement trop fort, car, dans les grandes supercentrales modernes, il est permis d'espérer que cette consommation ne dépassera pas 1 kgr. Nous pouvons donc dresser le tableau suivant :

T K totales à vapeur	1.775.000.000
Réduction de T K résultant de l'électrification	214.000.000
T K totales électriques	1.561.000.000
Energie, en KWH	42.200.000.000
Charbon correspondant	53.000.000 T
Charbon pour la même exploitation à vapeur	158.000.000 T
Economie résultant de l'électrification	105.000.000 T

Nous arrivons donc à cette conclusion que 105 millions de tonnes de charbon, c'est-à-dire presque les deux tiers de la consommation totale du charbon brûlé dans les 65.000 locomotives, auraient été économisés en 1918 si tous les chemins de fer des Etats-Unis avaient été électrifiés. Cette économie est presque de 50% plus élevée que les exportations anglaises d'avant guerre et représente presque deux fois la quantité totale de charbon consommé en France.

Hâtons-nous d'ajouter qu'en Europe, en ne produisant du courant que d'origine thermique, on ne pourrait raisonnablement pas compter sur une économie des deux tiers du charbon consommé actuellement par les chemins de fer. Un gaspillage de combustible, comme celui constaté dans l'exploitation des chemins de fer américains, n'est possible que dans un pays abondamment pourvu de charbon Cette situation est en contraste saisissant avec celle de la France, dont la moitié des mines a été détruite pendant la guerre. Avant 1914, la France importait annuellement 20 millions de tonnes sur les 60 millions représentant sa consommation. Or on estime que la restauration complète des mines du Nord ne sera pas terminée avant 1930, ce qui va accroître l'importation d'avant guerre, surtout si l'on tient compte de l'augmentation inévitable de la consommation. La production du bassin de la Sarre ne compense pas en effet celle des mines détruites par les Allemands.

La consommation de l'ensemble des chemins de fer français doit être actuellement voisine de 10 millions de tonnes. En envisageant l'électrification du tiers des lignes, et en tablant sur une économie des trois cinquièmes seulement du combustible brûlé dans les locomotives, la réduction de consommation serait de l'ordre de 2 millions de tonnes valant, au taux de 100 francs la tonne, 200 millions de francs. Avec du courant d'origine purement hydrau-



Fig. 2. — Train électrique de Chicago-Milwaukee-Saint-Paul.

lique, l'économie serait voisine de 350 millions.

L'Italie se trouve dans une situation beaucoup plus mauvaise encore, car elle ne possède pour ainsi dire aucune mine de charbon. Elle est obligée d'importer sa consommation totale et la guerre lui a montré ce qu'il en coûtait d'être contraint d'importer le combustible nécessaire à l'existence même du pays. Elle a décidé, ainsi que la Suisse et l'Autriche, d'étendre l'électrification dans la plus grande mesure possible.

L'Angleterre et la Belgique, où cependant le charbon est abondant et relativement bon marché, songent à électrifier, partiellement tout au moins, leurs chemins de fer en utilisant du courant d'origine thermique. Les Pays-Bas se préparent à entrer dans la même voie.

Puissance nécessaire à l'électrification des chemins de fer américains.

Nous avons évalué plus haut à 42 milliards de KWH l'énergie qui aurait été absorbée par tous les chemins de fer des Etats-Unis en 1918. Cela correspond à une puissance moyenne de 4.800.000 kilowatts. En admettant un facteur de charge de 50 %, la capacité des centrales serait de 9.600.000 kilowatts, soit approximativement 10 millions de kilowatts, ce qui représente la moitié de la puissance des centrales qui ont été construites aux Etats-Unis durant les trente dernières années. On peut estimer en effet qu'en 1918, la capacité totale des centrales américaines était de 20 millions de kilowatts ainsi répartis :

	kilowatts
Supercentrales	9.000.000
Centrales de chemins de fer électriques.	3.000.000
Stations isolées	8.000.000

Il en résulte que l'électrification totale des chemins de fer américains ne constitue nullement un problème d'une amplitude démesurée.

Interconnexion des centrales. — Choix de la fréquence.

Le choix d'une fréquence uniforme est d'une importance capitale en ce sens que l'on pourrait connecter entre elles les centrales et les réseaux de distribution d'un même pays. On améliorerait ainsi considérablement le facteur de charge des usines en

supprimant les pointes par une répartition convenable des charges. En particulier, dans les pays comme la France qui disposent d'importantes sources d'énergie d'origine hydraulique, il importe que les usines génératrices dont les régimes sont différents soient en mesure de se compléter et de se suppléer mutuellement pour que l'utilisation la plus économique des ressources de l'ensemble du pays soit réalisée pour chaque période de l'année. Il ne suffit pas en effet de favoriser l'aménagement méthodique des sources d'énergie; il faut assurer la répartition rationnelle, sur tout le territoire, de l'énergie captée.

La régularisation de la puissance disponible peut être obtenue de diverses façons.

Les débits des cours d'eau varient dans des proportions considérables, non seulement suivant les années, mais encore suivant les mois. Il en résulte que si on aménageait une chute d'eau pour le débit minimum du mois de l'année la plus sèche, on serait conduit à perdre la plus grande partie de l'eau débitée par la rivière. On équipera donc l'usine pour une puissance correspondant à un régime n'existant que neuf mois ou même six mois de l'année. Au moment des basses eaux, on demandera l'appoint à une énergie étrangère, fût-elle même de prix plus élevé.

Cet appoint pourra être fourni :

a) Soit par un réservoir dans lequel on aura accumulé l'eau en excès, non utilisée pendant les mois pluvieux;

b) Soit par une autre chute située sur un cours d'eau dont le régime est complémentaire du précédent. Ainsi, en France, les rivières du Massif Central ont leurs hautes eaux en hiver, tandis que les chutes des Alpes et des Pyrénées alimentées par la fonte des neiges et des glaciers ont leur maximum en été;

c) Soit par une centrale thermique qui peut être établie n'importe où, mais de préférence sur le pas des mines pour permettre de brûler le combustible de qualité inférieure, valant à peine le prix du transport.

Ces principes généraux rappelés, nous pouvons signaler la tendance générale des Américains à employer une fréquence d'ordre de plus en plus élevé, tendance dont on peut se rendre compte d'après les turbines et transformateurs vendus par la *General Electric Co* durant ces dix dernières années. Les Etats-Unis ont adopté la fréquence « standard » de 60 périodes; en Europe, on s'est tenu à 50 périodes. Mais cette unification est loin d'être réalisée. En Suisse, par exemple, le chemin de fer monophasé du Loetschberg est alimenté par du courant à 15 périodes provenant de génératrices placées dans la même centrale que des unités à 42 périodes alimentant l'industrie tandis que dans le même district il y a une ligne de transport de force à 50 périodes.

Conclusion.

En dehors de l'économie de combustible, l'emploi de la traction électrique réduit considérablement les dépenses d'entretien. D'après les statistiques du Chicago-Milwaukee-Saint-Paul, si l'on compare les dépenses d'entretien des locomotives électriques avec les dépenses correspondantes dans le service à vapeur, on constate qu'elles s'élèvent à *un tiers* environ de ces dernières pour un même tonnage remorqué.

Nous devons signaler également le mauvais rendement journalier des locomotives à vapeur, par suite du temps passé au dépôt et à l'atelier de réparations. Nous avons vu plus haut que les 65.000 locomotives américaines développent 28 milliards de KWH à la jante, soit environ 40 milliards de H P H. En tablant sur une puissance moyenne de 1.000 HP par machine, on voit que chaque locomotive travaille à peine, *d'une façon effective*, pendant deux heures par jour. Bien entendu, le temps de service réel est plus élevé; car, pendant les descentes et les stationnements, la machine est en service sans travailler.

Les locomotives électriques séjournant beaucoup moins longtemps dans les ateliers de réparation et dépôts et pouvant sans la moindre difficulté effectuer de longs parcours d'une seule traite, fournissent un nombre d'heures de travail bien supérieur. En fait, sur le Chicago-Milwaukee, 42 locomotives électriques ont remplacé 112 locomotives à vapeur et assurent un trafic plus intense.

A un autre point de vue, l'emploi de la traction électrique peut, dans certains cas, malgré la dépense élevée de premier établissement, constituer le moyen le plus économique d'augmenter la capacité d'une voie unique, principalement dans les régions montagneuses où la construction coûte très cher et où les conditions d'exploitation sont particulièrement défavorables à la traction à vapeur.

Ainsi, sur la section des Montagnes Rocheuses, pour un même tonnage remorqué, la traction électrique a permis de réduire de 22,5 % le nombre de trains et de 24,5 % le temps moyen employé par chaque train pour effectuer le parcours. Un tonnage de 30 % supérieur au tonnage primitif est remorqué pendant les 80/100 du temps employé par la traction à vapeur. Il en résulte une augmentation de trafic de la voie unique qui peut être estimé à 50 % en moyenne. En d'autres termes, sur cette section, l'électrification a permis de réaliser des économies suffisantes pour couvrir les frais d'amor-

tissement du capital engagé et a, de plus, retardé dans cette région montagneuse, le moment où il sera nécessaire de doubler la voie.

Une étude de l'encombrement sérieux des voies du Baltimore and Ohio Railroad, entre Grafton et Cumberland, a conduit à des remarques intéressantes. Le transport du charbon, pour la consommation de la Compagnie, sur wagons et tenders, constitue environ 11 % du trafic total ; en d'autres termes, un train sur neuf, transporte le charbon brûlé sur les machines. En tenant compte de ce fait, ainsi que de la plus grande vitesse et du plus grand effort de traction des locomotives électriques, et aussi de la suppression des retards dus aux approvisionnements en eau et en charbon, on estime que les trois voies, actuellement congestionnées avec le service à vapeur, pourraient augmenter leur trafic de 80 % par l'électrification.

A. Tétrel,
Ingénieur-électricien E. S. E.

Procédés électriques de synchronisation

et d'enregistrement de la parole en cinématographie.

Après les progrès récents de la cinématographie en couleurs, il semble que pour donner un nouvel essor à la cinématographie, il soit nécessaire d'orienter les recherches vers une réalisation pratique du phono-cinématographe. Nous allons examiner les procédés réalisables par l'électricité.

Représenter la vie réelle sur l'écran, donner la parole à l'acteur, paraît tellement naturel qu'il est difficile d'imaginer que le public se soit acclimaté aussi facilement à la représentation d'une succession d'images, auxquelles il semble manquer une des expressions de la vie. En principe, le problème est résolu, cela veut dire que tous les éléments constituants sont connus et que des essais concluants ont été faits ; étudié de plus près, de multiples écueils surgissent et de nombreux essais devront encore être effectués avant qu'un organisme pratique et simple sorte du laboratoire pour entrer dans le domaine pratique.

Le procédé le plus simple consiste évidemment à enregistrer la parole sur un disque de phonographe et à la reproduire pendant la projection du film ; il exige un synchronisme rigoureux entre les mouvements du film et du phonographe, pendant l'enregistrement et la reproduction.

Les organes de liaison ne peuvent qu'être indirects parce que d'une part, le disque et le film tournent à des vitesses inégales et d'autre part, un seul disque ne permettrait pas l'enregistrement de plusieurs scènes. On a employé principalement les systèmes à impulsions, les servo-moteurs et les moteurs synchrones. Dans le premier type représenté figure 1, les impulsions règlent la marche du moteur d'entraînement par l'intermédiaire d'un électro-aimant *a*, libérant périodiquement la roue dentée *r*, montée sur l'axe du moteur. Le film est percé de trous *e*, pour permettre le contact périodique des balais *b*.

Les nombreux inconvénients de ce premier dispositif vont donner les bases du problème.

1° Le synchronisme rigoureux, les arrêts et mises en marche successifs exigent un accouplement direct, permettant des vitesses égales ou mieux proportionnelles, pour obtenir un enregistrement plus précis du son.

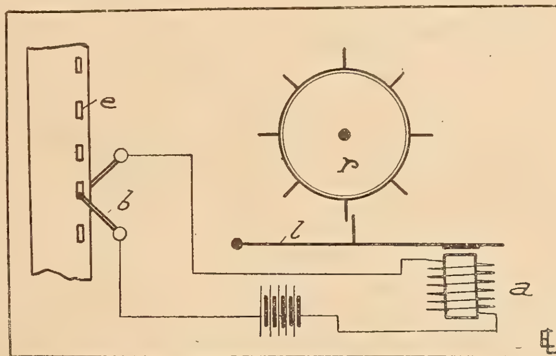


Fig. 1.

2° Pour la reproduction dans de grandes salles, il est nécessaire d'amplifier les sons ; de même à l'enregistrement, on doit employer des microphones très sensibles, ou bien amplifier.

3° Dans un but pratique et commercial, il y a lieu de simplifier les opérations manuelles, et autant que possible de réduire les organes.

Certains inventeurs tentèrent l'enregistrement de la parole sur le film même enregistrant l'image mais les résultats furent peu concluants. Un peu plus tard, ils utilisèrent un film spécial ramolli par la chaleur ou par un traitement chimique pour permettre l'enregistrement à l'aide d'un style.

Un inventeur fit breveter un dispositif émetteur de T. S. F. (fig. 2) porté par les acteurs, qui pouvait agir à distance sur un récepteur *r* disposé dans la salle. L'enregistrement était opéré par un télégraphone Poulsen (basé sur l'aimantation variable d'un fil d'acier *f*). Ce procédé permettrait évidemment l'amplification des sons, mais gênerait considérablement le jeu des acteurs.

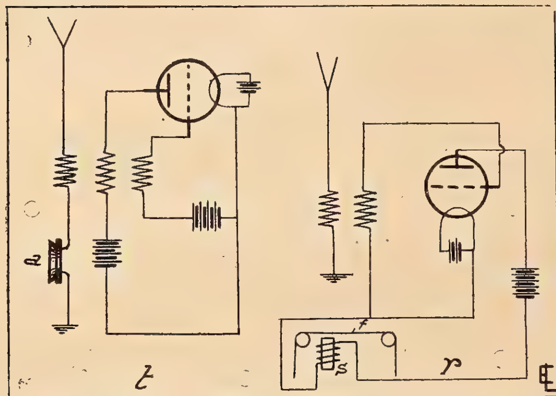


Fig. 2.

Un autre procédé consistait à photographier les variations d'intensité produites par un arc chantant sur un film. Après développement, les variations d'intensité lumineuses agissaient sur une pastille de sélénium; on obtenait ainsi des variations de résistance qui reproduisaient les sons.

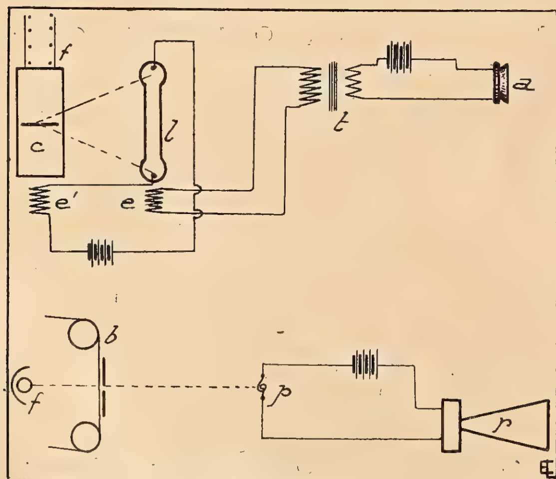


Fig. 3.

On voit par là que la solution vers laquelle s'orientent et vont s'orienter la plupart des inventeurs, consiste à transformer les sons en variations de lumière capables d'être enregistrées sur le même film ou sur un autre film. Pour la reproduction, ces variations peuvent agir sur une pastille de sélénium, par exemple. Cette solution aurait l'avantage de permettre un traitement chimique identique des deux films et de réaliser plus simplement le synchronisme. D'autre part il serait possible d'amplifier facilement les variations électriques dans les deux sens. Quelques brevets récents furent pris dans ce sens.

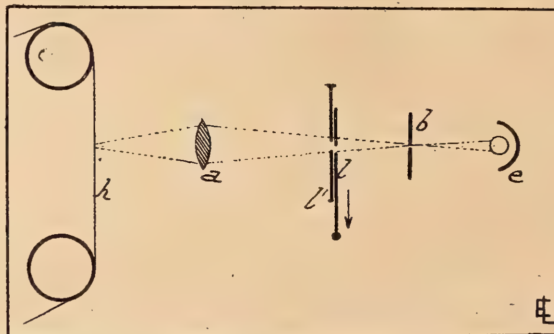


Fig. 4.

Dans l'un d'eux (fig. 3), les courants microphoniques agissent d'abord sur un transformateur *t* puis sur une lampe à vapeur de mercure *l*; les variations lumineuses produites agissent en même temps sur un obturateur *c* commandé par l'électro-aimant e'. A la reproduction, les variations lumineuses produites par le film *b* agissent sur une pastille de sélénium *p*.

Dans un autre dispositif (fig. 3), les ondes sonores agissent seulement sur un dispositif mécanique à diaphragme *l* et *l'*, interceptant plus ou moins les rayons émis par une lampe *c*.

Ces systèmes sont mécaniques et présentent par conséquent une inertie qui peut nuire à la pureté du son; d'autre part, il faut aussi compter sur l'inertie du sélénium.

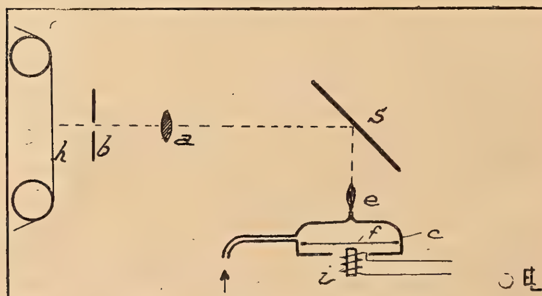


Fig. 5.

Dans un dispositif récent, le film était métallisé; à l'enregistrement et après traitement chimique, les parties du film touchées par les rayons lumineux, gardaient tout le fer (métal magnétique). La reproduction était opérée par variation de reluctance

magnétique produite par le film entre les pièces polaires d'un électro-aimant.

Un brevet récent proposait l'emploi d'une capsule de gaz *c* (fig. 5). Les ondes sonores agissaient sur une plaque flexible *f* par l'intermédiaire d'un électro-aimant *i*, et modifiaient la pression extérieure dans la capsule ; la flamme du jet de gaz en *e* variait et venait impressionner le film en *h* par l'intermédiaire d'un miroir *s*.

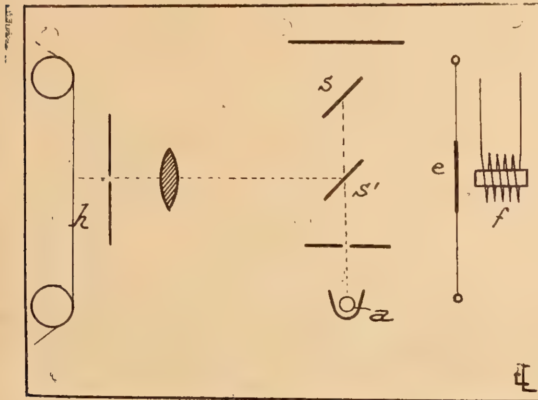


Fig. 6.

Plus récemment encore, on a proposé (fig. 6) d'utiliser les interférences de Michelson. Un miroir en *e* monté sur un support magnétique permettait de modifier les franges d'interférence.

Pour la reproduction, on a essayé aussi de se servir de l'actinomètre (sorte d'élément dont la force électro-motrice varie avec l'éclairement). Les variations électriques produites agissaient sur un pointeau réglant la sortie de l'air comprimé d'un réservoir.

En réalité, la plupart de ces dispositifs ne sont que des essais qui demandent des perfectionnements tels que : vaincre l'inertie des organes, amplifier la voix et non les parasites, permettre un enregistrement et une reproduction nette et forte dans de grandes salles.

La lampe à trois électrodes employée en télégraphie sans fil semble être appelée à jouer un rôle très important, aussi bien dans l'enregistrement que dans la reproduction ; c'est en effet un relais sans inertie. Elle permettra de fournir le support nécessaire aux ondes sonores pour être transmises à distance comme elle le fait déjà en téléphonie sans fil. Ces modulations transmises directement par fil à d'autres lampes pourraient être amplifiées et enregistrées tout en éliminant les bruits parasites.

Pour la reproduction, elle pourrait de même servir à l'amplification.

Il semble donc que le seul point délicat actuellement est la transformation des courants électriques impressionnés en variations lumineuses et réciproquement.

P. MAURER.

Mesure et tarification de l'énergie réactive.

Dans toutes les installations à courants alternatifs, selon le genre d'appareils d'utilisation, l'énergie peut être consommée avec un facteur de puissance extrêmement variable.

Un grand nombre d'articles ont été écrits sur ce sujet, et nous n'y reviendrons pas, nous ne conserverons que la conclusion suivante : si le facteur de puissance de l'installation est mauvais, la quantité de charbon consommée pour produire les watts demandés n'est pour ainsi dire pas augmentée, mais la société exploitante est gênée car son matériel est mal utilisé ; le cuivre surtout, des enroulements des machines et des canalisations laisse circuler un nombre d'ampères beaucoup plus grand qu'il ne serait nécessaire si les watts étaient absorbés par l'installation sous un bon facteur de puissance voisin de 1. Dans ces conditions il est logique que le consommateur, ou améliore le facteur de puissance de son installation, ou paie une redevance proportionnelle à la gêne qu'il apporte à l'exploitation générale du fait de la faible valeur de ce facteur de puissance.

Une tarification de l'énergie consommée doit donc logiquement tenir compte de l'angle φ de décalage de l'intensité, chez l'abonné, sur la différence de potentiel qui lui est fournie. Un nombre très grand de systèmes de tarification ont été proposés.

La C. P. D. E., à Paris, a adopté le système suivant :

L'énergie active est mesurée au moyen d'un compteur ordinaire et est payée suivant un prix de base de A francs par kilowatt-heure. A ce prix de base sont ajoutées deux majorations variables : une a relative au prix du charbon utilisé pour produire les kilowatts-heure consommés, l'autre b relative au salaire moyen du personnel nécessaire à l'exploitation de la C. P. D. E. ; le prix du kilowatt-heure est donc :

$$A + a + b$$

et pour n kilowatts-heures consommés, l'abonné doit payer :

$$n\,(A + a + b)$$

Sur ces deux majorations a et b sont consenties des ristournes proportionnelles à l'importance du

client. Ces ristournes sont fonction de la durée d'utilisation annuelle en heures; ce nombre d'heures est obtenu par la division du nombre de kilowatts-heure consommés par le nombre de kilowatts souscrits au contrat.

Les coefficients a et b deviennent donc :

$$a' = a\left(\frac{100 - x}{100}\right)$$

$$b' = b\left(\frac{100 - y}{100}\right)$$

Sur le prix de base A lui-même, une réduction est consentie, elle dépend de la puissance souscrite et du nombre d'heures d'utilisation. Le prix de base devient donc :

$$A' = A\left(\frac{100 - z}{100}\right)$$

et l'abonné paiera pour n kilowatts-heures consommés la somme de :

$$n\ (A' + a' + b')$$

Cette méthode de calcul s'applique à tous les abonnés, au-dessus de 10 kilowatts, quel que soit le courant (continu ou alternatif) qui leur soit fourni.

Les valeurs de x, y et z sont données dans des tableaux fournis par la C. P. D. E.

Pour les abonnés utilisant le courant alternatif (mono ou diphasé), les pourcentages des bonifications x, y et z sont eux-mêmes multipliés par un coefficient : plus grand, égal ou plus petit que 1, selon la valeur du cos φ sous lequel les n kilowatts-heures ont été consommés. Ce coefficient est K pour le pourcentage de ristourne z sur le prix de base A et K' pour les pourcentages x et y sur a et b.

Les valeurs A, a et b deviennent donc finalement :

$$A'' = A\left(\frac{100 - Kz}{100}\right)$$

$$a'' = a\left(\frac{100 - K'x}{100}\right)$$

$$b'' = b\left(\frac{100 - K'y}{100}\right)$$

et l'abonné sur courant alternatif paie donc finalement pour n kilowatts-heures indiqués au compteur actif :

$$n\ (A'' + a'' + b'')$$

Ceci posé, nous allons voir maintenant comment procède la C. P. D. E. pour établir la valeur moyenne du facteur de puissance de l'abonné.

Le compteur ordinaire, d'énergie active, que tout le monde connaît, enregistre les watts exacts consommés par l'abonné, c'est-à-dire :

$$W = \int ui \cos \varphi \, dt$$

Si, d'autre part, nous pouvons enregistrer, à l'aide d'un appareil quelconque, une quantité qui soit indépendante de l'angle φ ou dépendante d'une autre ligne trigonométrique de cet angle, nous aurons deux équations dont nous pourrons tirer la valeur de φ. C'est le rôle du compteur d'énergie réactive. Cet appareil enregistre :

$$W' = \int ui \sin \varphi \, dt$$

Si nous divisons les indications simultanées de ces deux compteurs pendant le même temps; $\frac{W'}{W}$ par exemple, nous obtenons la tg φ moyenne pendant la durée du fonctionnement. Si au contraire, nous divisons, dans les mêmes conditions, $\frac{W}{W'}$, nous obtiendrons cotg φ moyenne.

A l'aide de tables donnant les lignes trigonométriques des angles, nous pourrons, de ces valeurs de tg φ ou cotg φ tirer celle de l'angle φ, et en déduire la valeur du facteur de puissance cos φ, qui servira à déterminer les coefficients multiplicateurs des bonifications au moyen du dernier barême.

Exemple. — Pour fixer les idées, choisissons un exemple concret d'établissement de la somme à payer par un abonné.

Choisissons l'abonné pour lequel on a par exemple 50 kilovolts-ampères installés en *basse* tension. Supposons qu'en fin de trimestre, les indications des deux compteurs soient :

Compteur d'énergie active........ 25.613 KWH
Compteur d'énergie réactive...... 19.785 unités

la durée d'utilisation est de :

$$\frac{25.613}{50} = 512 \text{ heures par trimestre}$$

c'est-à-dire 2.000 heures environ par an.

Le tarif de base d'un tel abonné est de 0 fr. 30 par kilowatt-heure, les majorations sont de 0 fr. 26 par kilowatt-heure pour le charbon et 0 fr. 07 pour le salaire.

Le barême C. P. D. E. nous indique que, pour un abonné de force motrice de 50 kilovolts-ampères ayant 2.000 heures d'utilisation annuelle, les pourcentages de réduction sur les tarifs normaux seront de :

19 % sur le prix de base;
26 % sur la majoration due au prix du charbon;
28 % sur la majoration due aux salaires.

Recherchons maintenant la valeur du cos φ moyen d'utilisation :

$$\text{cotg}\ \varphi = \frac{25.613}{19.785} = 1{,}296$$

Cette cotg correspond à un angle de 37°40' dont le cos est 0,611.

Le barême nous indique, pour une telle valeur de cos φ, que les bonifications seront à multiplier par :

0,8 pour les bonifications relatives au prix de base et 0,9 pour les bonifications relatives au charbon et aux salaires.

Les valeurs A'', a'' et b'' deviennent donc :

$$A'' = 0{,}30 \left[\frac{100 - (49 \times 0{,}8)}{100}\right] = 0{,}1824$$

$$a'' = 0{,}26 \left[\frac{100 - (26 \times 0{,}9)}{100}\right] = 0{,}1991$$

$$b'' = 0{,}07 \left[\frac{100 - (28 \times 0{,}9)}{100}\right] = 0{,}0523$$

Le prix du kilowatt-heure ressort finalement à :

0,1824 + 0,1991 + 0,0523 = 0 fr. 4338

et la somme à payer sera de :

25.613 × 0,4338 = 11.110 fr. 90.

Au point de vue technique, nous étudierons en détail ces compteurs d'énergie réactive dans un article qui paraîtra prochainement dans ce journal même ; nous rechercherons la condition à réaliser dans la construction pour permettre à un appareil d'enregistrer

$$\int ui \sin \varphi\, dt.$$

Nous verrons pratiquement comment deux constructeurs français ont résolu la question : la Compagnie pour la fabrication des compteurs et la Compagnie de construction électrique.

E. François.

EXTRAITS — COMPTE-RENDU

Evaluation de l'économie réalisable

par les appareils de Chauffage électrique à accumulation.

Nous donnons ci-après un extrait de l'intéressant mémoire sur l'accumulation thermo-électrique, présenté par M. Boileau en complément à son livre « Le Chauffage électrique ».

GÉNÉRALITÉS

Je rappelle seulement que le procédé préconisé consiste essentiellement à rendre maxima l'utilisation des Centrales électriques en généralisant l'emploi du chauffage électrique spécialement par appareils accumulateurs dont l'enclanchement et le déclanchement automatiques seraient obtenus au moyen d'appareils horaires de contrôle.

Les horaires de charge et décharge de ces appareils ou groupes d'appareils accumulateurs seraient répartis par les soins des secteurs sur toute la durée du diagramme journalier, en tenant compte des besoins des clients de lumière, force motrice, etc... de façon à obtenir finalement une constance de charge aussi grande que possible à la Centrale.

Dès maintenant le procédé peut s'appliquer *partiellement* avec la plus grande facilité pendant les heures creuses des diagrammes actuels.

Mais il est essentiel de retenir que cette application ne répond aucunement au but que le système généralisé se propose d'atteindre. En effet, ce dernier vise essentiellement à faire profiter dans toute la mesure du possible la collectivité tout entière et non point seulement quelques clients favorisés, des nouvelles conditions d'exploitation des Centrales et réseaux.

Tandis que l'application restreinte aux seules heures creuses et à la seule catégorie des clients de chauffage électrique vise à maintenir rigoureusement le *statu quo* pour toute la clientèle actuelle de force et lumière tout en n'accordant à la nouvelle clientèle chauffage seule que des avantages trop faibles en regard de ceux qu'elle apporte elle-même aux entreprises de distribution.

C'est en nous plaçant au point de vue de l'intérêt de la collectivité, et par suite en ne considérant que l'application intégrale du système préconisé, que nous chercherons à chiffrer dans ce mémoire l'économie que le procédé permet de réaliser en tenant compte simultanément de :

La consommation brute de combustible,

La valeur des services rendus,

La dépense à la charge du public.

Ces trois considérations, en effet, ne peuvent être disjointes, car toute augmentation de rendement technique est immédiatement suivie d'un accroissement de besoins à satisfaire bien supérieur.

Par exemple, l'invention de la lampe 1/2 watt qui augmentait de 600 % le rendement lumineux des ampoules électriques a conduit à un développement incomparablement plus grand de l'usage de la lumière électrique. Et ce développement s'est traduit par un accroissement très sensible de la dépense totale d'éclairage par habitant.

Il y a eu cependant véritable progrès économique parce que la valeur des services rendus, c'est-à-dire dans ce cas la quantité de lumière ou d'éclairage moyen par habitant, a augmenté dans une bien plus grande proportion.

Nous allons vérifier que le système préconisé aboutit à des résultats analogues, mais d'une portée encore bien plus étendue, que nous essaierons de chiffrer aussi rigoureusement que possible en traitant le cas concret suivant :

CONDITIONS ACTUELLES D'EXPLOITATION D'UNE CENTRALE

A défaut des statistiques générales officielles des Compagnies parisiennes, je me servirai d'un exemple de statistique d'exploitation journalière d'une usine centrale de la C. P. D. E.

On constate que le coefficient d'utilisation de cette usine n'a été ce jour là que de :

$$\frac{601.079}{60.800 \times 24} = 0{,}415 \text{ au maximum.}$$

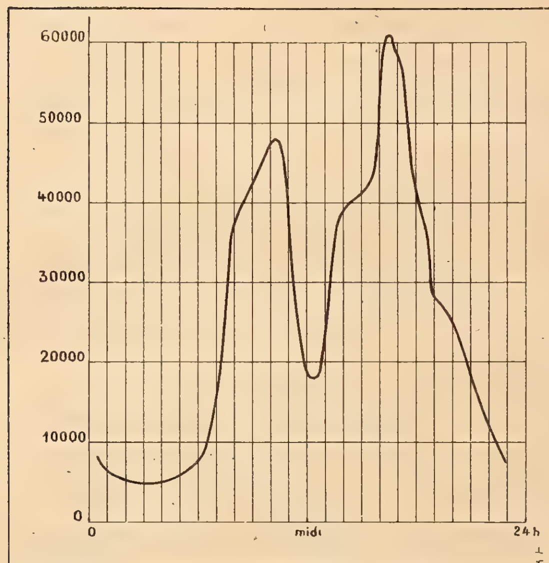


Fig. 1. — Graphique des puissances instantanées (K. W. à H. T.) mesurées aux bornes des alternateurs.

On peut donc dire que 60 % du matériel disponible n'a pas été utilisé durant ces vingt-quatre heures, bien que ses charges d'intérêt amortissement entretien, etc., aient continué à courir comme s'il avait produit. C'est à relever ce coefficient d'utilisation à une valeur aussi proche que possible de 100 % que vise l'organisation projetée.

Il faut bien préciser que ce relèvement n'est pas du tout incompatible avec le fait que les usines centrales actuelles ne sont dans l'esprit des secteurs que des usines dites « de pointe », c'est-à-dire prêtes à fournir un à-coup de une ou deux heures au plus, mais incapables de le tenir plusieurs heures de suite sans désemparer.

Pour l'usine en question la puissance installée est, en effet, de 110.000 kilovolts-ampères pour les machines, et 80.000 kilowatts au moins pour les chaudières. Or si cette usine peut fournir une puissance qui varie de 5.400 à 60.800 kilowatts en quelques heures pour le plus grand dommage des massifs de chaudières en particulier, elle fournira dans de bien meilleures conditions une charge permanente de 50.000 kilowatts seulement qui demande le même nombre de chaudières en marche qu'actuellement (de 32 à 33) et peut-être une machine de moins (4 au lieu de 5) au moment de la pointe.

En effet, la valeur de celle-ci sera légèrement diminuée du fait qu'un certain nombre d'usagers actuels de pointe seront passés au régime d'accumulation et que leurs horaires auront été réglés en conséquence. A plus forte raison, avec le même matériel en usage, la pointe actuelle ou même accrue de 3.000 kilowatts sera-t-elle facile à enir avec les 33 chaudières et 5 machines actuellement en marche. Nous adopterons donc une puissance normale, aussi constante que possible de 50.000 kilowatts aux barres de départ, avec le nombre actuel d'unités en marche (33 chaudières, 5 turbos). Pointe admissible 64.000 kilowatts aux machines. Energie supplémentaire correspondante 10.000 kilowatts-heure à titre d'indication.

MODE D'EXPLOITATION PROPOSÉ

Dans ces conditions, la production journalière sera de $50.000 \times 24 + 10.000 = 1.210.000$ kilowatts-heure, soit un peu plus du double de la production actuelle. Mais les chaudières et machines fonctionnant à un régime permanent et beaucoup plus économique de marche, on pourra obtenir le kilowatt-heure pour 800 grammes de charbon, tandis que la consommation actuelle atteint 1.080 grammes par kilowatt-heure aux barres de départ.

On constate, en effet, en analysant la statistique de chauffe que les 5 chaudières qui ont fonctionné à plein pendant les vingt-quatre heures, consomment chacune en moyenne 1.165 kilogs de charbon par heure. Or sur 792 heures chaudières, il y en a eu 460 utiles et 332 en veilleuse. La consommation totale a été de 652 tonnes, la consommation utile n'a donc été au plus que de : $1.166 \times 460 = 536$ tonnes et le kilowatt-heure moyen reviendrait au départ à :

$$1.080 \times \frac{536}{652} = 890 \text{ grammes.}$$

Mais il faut tenir compte de l'amélioration du rendement des turbines, alternateurs, machines accessoires, transformateurs, etc..., qui est d'au moins 10 %. On obtient donc 800 grammes par kilowatt-heure. C'est d'ailleurs un taux très facilement obtenu en essais. Les 1.210.000 kilowatts-heure ci-dessus n'exigeront donc que 968 tonnes de charbon. La production est doublée tandis que la consommation de charbon n'est augmentée que de moitié.

Le calcul ci-dessus permet d'évaluer les pertes dues au mode actuel d'exploitation.

Actuellement et pour cette seule usine Nord de la C. P. D. E. consommant 652 tonnes de charbon par jour, on peut dire que :

Si le matériel actuel fonctionnait dans de bonnes conditions d'utilisation, c'est-à-dire si les clients susceptibles d'adopter l'accumulation lui permettaient de marcher à charge sensiblement constante, la production des 600.000 kilowatts-heure actuels n'exigerait que 480 tonnes de charbon au lieu de 652, *soit une économie de* 70 *tonnes* par jour. Nous rappellerons ce résultat en temps voulu.

D'autre part, nous avons dit qu'il serait indiqué d'atteindre avec cette usine une charge permanente de 50.000 kilowatts. Dans ces conditions, 600.000 kilowatts-heures peuvent être distribués pour accumulateurs. En comptant sur un rendement général de 0,80 du réseau jusqu'aux compteurs des clients, 480.000 kilowatts-heure seront donc vendues pour chauffage des poëles accumulateurs, des appareils d'accumulation d'eau pour toilette ou pour besoins industriels, ou des chaudières de chauffage centraux.

Admettons, en première approximation que 75 % de cette consommation soient absorbés par les chauffages centraux ou industriels et 25 % par les autres applications.

Les 360.000 kilowatts-heure absorbés par les chauffages centraux et industriels valent, avec un rendement de 97 % pour les chaudières transformées électriquement 300×10^6 calories utiles. Les charbons utilisés actuellement dans les chauffages centraux ou l'industrie ne donnent

guère que 6.000 calories au kilogramme avec un rendement de 60 %; ces 300 millions de calories utiles correspondent donc aujourd'hui à :

$$\frac{300.000.000}{3.600} = 83 \text{ tonnes de charbon.}$$

Le charbon qui correspond au 25 % restant de la consommation ci-dessus est actuellement utilisé dans des appareils d'un bien plus mauvais rendement que les chauffages centraux. Le poêle à charbon *en bon ordre de marche*, a un rendement de 50 %. Le poêle cuisinière dans les mêmes conditions a un rendement de 20 %, de même que la cheminée Fondet. Les 120.000 kilowatts-heure restants correspondent donc à une consommation d'environ 28 tonnes de charbon à 6.000 calories dans des appareils d'un rendement moyen de 35 %. Le total représente donc 110 tonnes de charbon cru que remplacerait la fourniture de 480.000 kilowatts-heure en admettant la répartition de 75 % aux chauffages centraux et 25 % aux autres applications.

Si l'on suppose que ces 480.000 kilowatts-heure remplacent uniquement des appareils d'un rendement actuel de 35 %, le calcul donne pour le tonnage actuel 200 tonnes au lieu de 110. C'est le maximum pratiquement réalisable. Nous nous arrêterons à la valeur moyenne de 150 tonnes qui correspond à un rendement général moyen de 53 % pour les appareils actuels.

Avec le système préconisé, nous obtenons donc une consommation totale de 968 tonnes contre une consommation actuelle de 652 tonnes à la Centrale, plus 150 tonnes dans les foyers, soit au total : 802 tonnes.

En valeur absolue nous obtenons donc un accroissement de consommation brute de 166 tonnes, représentant 20,5 % de majoration.

Qu'obtenons-nous en échange ?

(A suivre.) Ch. Boileau.

Informations.

Concessions. — Autorisations.

Landes. — La Société Energie Industrielle a été déclarée déchue de la concession de distribution publique d'énergie électrique, à tous usages qui lui avait été accordée dans la commune de Mimizan (Landes).

Nord. — La Compagnie électrique du Nord a été autorisée à établir provisoirement et, à ses risques et périls, entre Fournes et Erquinghem, une canalisation électrique destinée à l'alimentation des tuileries de la Société Lille-Centre et, ultérieurement, de la commune d'Erquinghem.

Cette autorisation n'est accordée que sous les réserves d'incorporation de cette ligne dans une concession d'Etat déjà déposée pour l'ensemble de son réseau par cette Compagnie.

Loire-Inférieure. — Sur la demande des Municipalités, le contrôle communal sera exercé par les agents de l'Etat, par application de l'article 6, paragraphe 2 du décret du 17 octobre 1907-28 février 1920 dans les communes ci-après : Bouvron, Couëron, Escoublac-la-Baule, Indre, Saint-Pierre-en-Retz, Savenay, Vieille-Vigne.

Rhône. — La Société Energie électrique de la Sorgue et du Tarn a été autorisée à établir, sur le terrain acquis par la Compagnie du Midi pour l'agrandissement de la gare de Ceilhes-Roquedonde (ligne de Béziers à Neussargues), et à incorporer au domaine public du chemin de fer, une canalisation électrique aérienne de deuxième catégorie), destinée à transporter à Béziers une partie de l'énergie électrique produite par les usines du Truel et de Sauby-sur-le-Tarn.

Somme. — La Compagnie électrique du Nord a été autorisée à établir provisoirement et à ses risques et périls, une ligne d'énergie électrique à haute tension allant de Péronne à Hom-Monacu, destinée à l'alimentation d'une usine que construit actuellement sur le territoire de cette dernière commune la Société des usines de Saint-Gobain.

Cette autorisation n'est accordée que sous les réserves d'incorporation de cette ligne dans une concession d'Etat déjà déposée, pour l'ensemble de son réseau par cette Compagnie.

Seine-et-Oise. — La Société Sud-Lumière se propose d'établir, sous le régime des permissions de voirie, une ligne aérienne à haute tension destinée à alimenter les tanneries de MM. White Church Lecestre et Bints dans la commune de Longjumeau.

Vosges. — La Commission technique des Sociétés d'énergie électrique a été autorisée à établir, à la traversée du chemin de fer de Nancy à Gray, au P. K. 28.780, une canalisation électrique formée de 6 conducteurs devant porter des courants alternatifs triphasés présentant une tension efficace de 120.000 volts entre conducteurs.

Yonne. — La Société Energie de Seine-et-Yonne a sollicité une concession d'Etat pour l'établissement d'une distribution d'énergie électrique aux services publics sur le parcours Sens-Charmoy, dans le département de l'Yonne.

Cette ligne formera le prolongement d'une ligne précédemment établie par la même Société sous le régime des permissions de voirie, entre son usine centrale de Montereau et Sens.

Le régime des permissions de voirie.

Le Conseil général de la Haute-Garonne a émis un vœu tendant à ce « qu'un texte législatif soit promptement voté pour supprimer désormais, pour les distributions d'énergie électrique, le régime des permissions de voirie prévu par la loi du 15 juin 1906, et décider que toutes les distributions exploitées actuellement sous ce régime devront, obligatoirement, passer sous le régime de la concession dans un délai déterminé, le plus court possible ».

Les inconvénients multiples qui résultent du régime des permissions de voirie dont le principal consiste dans l'impossibilité d'exercer un contrôle sur les conditions commerciales de l'exploitation n'ont pas échappé à l'attention de l'Administration des travaux publics.

Plusieurs circulaires (1er octobre 1912, 10 décembre 1918) ont, en effet, déterminé aussi strictement que possible, les circonstances spéciales dans lesquelle ce régime pourrait être appliqué.

A l'heure actuelle, on peut affirmer que la délivrance des permissions de voirie en matière de distribution d'énergie électrique, n'est plus autorisée que dans des cas absolument exceptionnels et jamais pour les distributions publiques d'énergie.

La jurisprudence reconnaît d'ailleurs au ministre des travaux publics un pouvoir discrétionnaire en ce qui concerne le choix du régime à adopter et l'Administration s'efforce, chaque fois qu'une société permissionnaire sollicite une extension de son réseau, d'obtenir d'elle de placer l'ensemble de son exploitation sous le régime de la concession.

Des résultats très satisfaisants ont ainsi été obtenus et le remplacement général par des distributions concédées, des distributions autorisées par permission de voirie peut être considéré comme prochain.



Cause accidentelle d'électrocution.

Le village de Poisat est alimenté par courant alternatif 120 volts, l'énergie, fournie par l'usine de Saint-Pierre de Mézage, est transportée à la tension de 10.000 volts. Un transformateur 10.000/120 est placé à l'angle d'une ferme exploitée par M. Pépin, qui s'est trouvé victime d'un accident d'électrocution dans des conditions vraiment exceptionnelles.

Le transformateur est supporté par deux pylônes métalliques de 10 mètres noyés dans un massif de béton; l'espacement d'axe en axe de ces pylônes est de 1m50, ils sont reliés par des traverses métalliques supportant des isolateurs et par des châssis supports de la cabine et des transformateurs.

Enfin deux câbles correspondant aux parafoudres haute et basse tension mettent à la terre par des plaques descendues à 2 mètres de profondeur. Le jour de l'accident on a constaté que l'isolateur double cloche, placé à l'arrivée d'un fil haute tension au parafoudre à corne, était complètement éclaté, présentant deux perforations cylindriques de 0m012 et de 0m015 de diamètre le long de deux points opposés de la calotte en fonte à l'axe métallique des isolateurs.

Il n'a pas été possible de déterminer nettement la cause de cet éclatement, les circonstances qui peuvent habituellement produire des dégâts de cette nature n'ayant pas été réalisées dans l'espèce : aucune décharge atmosphérique ne s'était produite, aucun contact accidentel avec un réseau voisin, aucune perturbation dans le régime du circuit.

Quoi qu'il en soit l'éclatement de l'isolateur a provoqué la mise sous tension des deux pylônes et la mise à la terre qui a donné lieu à une coupure à l'usine. Pendant quelques secondes, les pylônes ont donc été sous tension et il s'est produit, par suite, une surélévation de tension dans la ligne de distribution qui amena la rupture de deux fils entrant sous plomb par l'un des angles supérieurs de la porte d'une écurie dans laquelle se trouvait M. Pépin.

A cet instant, le fermier effrayé voulut sortir, mais ayant appuyé une main contre le montant gauche de la porte, il tomba foudroyé.

Service de consultations juridiques.

Question. — Concession antérieure à la loi de 1906. L'impôt sur le chiffre d'affaires est-il exigible ?

Réponse. — Peu importe la date à laquelle la concession a été obtenue : du moment que les tarifs sont fixés par l'autorité concédante, l'impôt sur le chiffre d'affaires n'est pas dû (art. 60, 3° de la loi du 25 juin 1920).

Les nouveaux tarifs doivent, bien entendu, être homologués par le préfet.

Question. — Un propriétaire de terrain qui avait accordé une autorisation verbale pour le passage d'une ligne peut-il ensuite réclamer une indemnité ?

Réponse. — C'est le principe de l'article 552 du Code civil qui est ici applicable : « La propriété du sol emporte la propriété du dessus et du dessous ». Tout propriétaire est donc en droit sans même avoir à justifier d'un préjudice, de s'opposer à l'occupation du plan aérien ou souterrain de son fonds, d'interdire notamment tout passage de fils aériens ou de canalisations sauf si le concessionnaire a obtenu pour les travaux le bénéfice de la déclaration d'utilité publique.

A défaut d'une telle déclaration, il faut donc traiter avec le propriétaire qui est en droit de demander une redevance.

En l'espèce, il faudrait faire la preuve que ce propriétaire a accordé verbalement l'autorisation de faire passer les fils sur sa propriété, sans conditions, ce qui sera peut-être difficile.

René Gérin,
Maître de Conférences à la Faculté de droit,
Avocat à la Cour de Lyon.

Inventions. — Appareils et procédés nouveaux

APPAREIL DE CAPTATION POUR ÉLECTROCULTURE

C'est un appareil destiné à capter le courant magnétique se dirigeant toujours du Sud au Nord, ainsi que l'électricité de l'air.

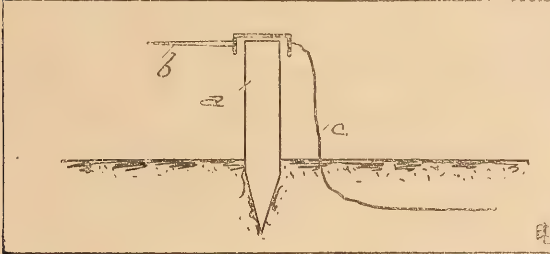


Fig. 1.

On emploie (fig. 1) des conducteurs souterrains *c* placés dans la direction Sud Nord et enfoncés sous les terres cultivées, pour y former des produits nitreux.

On capte l'électricité de l'air à l'aide de pointes *b* montées sur des piquets *a* et connectés aux conducteurs *c*. (Br. Fr. 529.202. — Christofleau.)

LAMPE A ATMOSPHÈRE GAZEUSE

L'invention consiste essentiellement à éviter la surchauffe des enveloppes des tubes lumineux A cet effet,

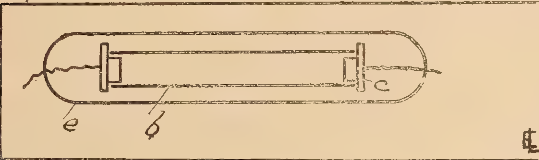


Fig. 2.

la lampe *e* comporte (fig. 2) une double enveloppe *b*, permettant la circulation gazeuse.

Dans ces conditions, on pourra augmenter les dimensions des tubes lumineux. (B. Fr. 529.655. — Lederer.)

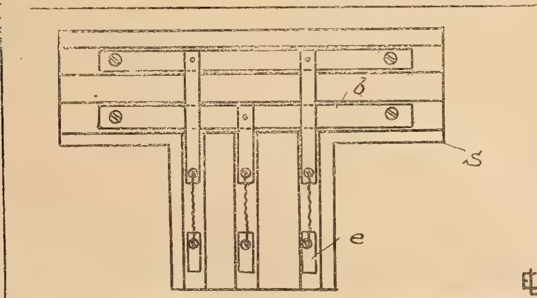


Fig. 3.

BOITE DE JONCTION A COUPE-CIRCUIT POUR DISTRIBUTIONS DE LIGNES

Elle se compose (fig. 3) d'un bloc en porcelaine *s* avec logements contenant les conducteurs *b*. Des dérivations *e* permettent l'alimentation des circuits par l'intermédiaire de coupe-circuits. (Br. Fr. 529.938. — Gaghardi.)

TRANSMETTEUR D'ORDRES

Ce transmetteur d'ordres est essentiellement constitué (fig. 4) par un transmetteur et un récepteur à lampes, dont les manettes *r* et *r'* sont destinées à fermer les circuits correspondants. Des sonneries *s* et *s'* complètent les appareils. (Br. Fr. 530.538. — Martiny.)

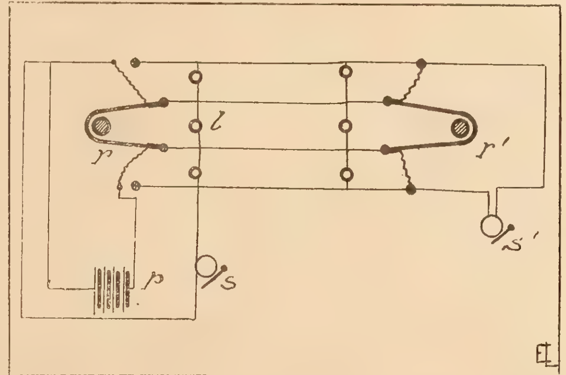


Fig. 4.

RHÉOSTATS A CONTACTS MULTIPLES

Ce rhéostat est un dispositif à résistances et à levier de contact, court-circuitant progressivement les résistances Il peut être employé pour les petits moteurs (fig. 5). (Br. Fr. 529.789. — Coquard et Villain.) P. M.

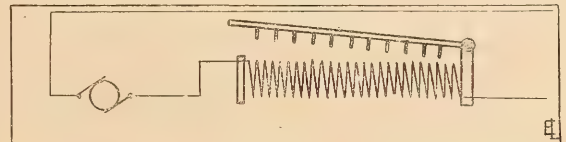


Fig. 5.

RÉGULATION DE GROUPES A COURANT ALTERNATIF

Dans un groupe comprenant deux machines à courant alternatif montées sur le même axe, les deux rotors sont entraînés au synchronisme par un dispositif électrique, mais sont libres mécaniquement l'une par rapport à l'autre; les connexions entre ces machines étant faites à l'aide de câbles souples. La figure 6 montre l'application de ce dispositif à un convertisseur rotatif; l'armature *a* est fixée à l'arbre moteur *b* et réunie par des conducteurs *c* à l'armature du survolteur *d*. Ce dernier est monté avec l'armature *e* d'un moteur synchrone et les bagues collectrices *f* sur un manchon *g*. Ce manchon est monté sur l'arbre *b*;

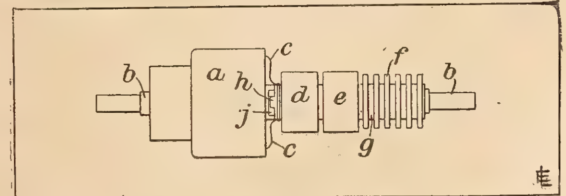


Fig. 6.

il ne peut se mouvoir axialement mais peut tourner d'un angle limité par la projection *h* dans le retrait *j*. Les connexions électriques sont montrées figure 7 ; elles peuvent

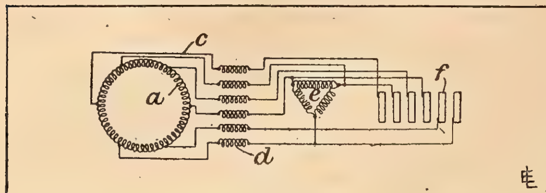
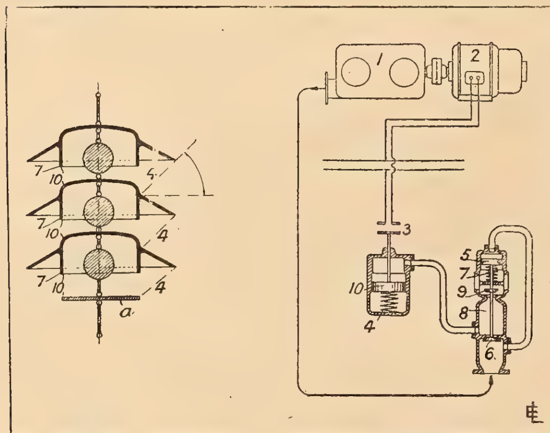


Fig. 7.

être modifiées en adaptant des connexions héxaphasées pour le moteur *e*. (Br. Angl. 170.663. — Cleaver).

ISOLATEURS POUR HAUTE TENSION.

Dans les isolateurs en forme de chaîne avec chapeaux métalliques (fig. 8) les saillies 7 sont disposées dans les zones protégées contre la pluie de sorte que les intervalles 10 nécessitent une tension moindre pour l'amorçage d'arc en temps sec que les intervalles 4. Par temps humide, ces tensions peuvent être les mêmes. Un disque *a* est placé sur le dernier isolateur. (Br. Angl. 169.678. — Métallurgique Electrique).


Fig. 8. Fig. 9.

MISE EN MARCHE ET ARRÊT AUTOMATIQUE DE MOTEUR DE COMPRESSEUR

Le moteur actionnant un compresseur d'air (fig. 9) est mis en marche et arrêté dans des limites de pression déterminées, au moyen d'un interrupteur 3 actionné par un piston 10 comprimant nn ressort 4 dans un cylindre à air communiquant avec un cylindre 8 comprenant deux valves 6, 9 de sections différentes. Ces valves mettent alternativement le cylindre en communication avec le compresseur 1 et avec l'atmosphère. Ces soupapes répondent au mouvement d'un piston 5 soutenu par un ressort 7 réglé de telle sorte qu'il puisse entrer en action à la limite supérieure de pression. Le ressort 4 est disposé pour refermer l'interrupteur 3 lorsque la pression la plus basse est atteinte. (Br. Angl. 169.970. — Maschinenfabrik, Oerlikon).

OBTENTION DE MÉTAUX ALCALINS ET DE SUBSTANCES NON MÉTALLIQUES PAR ÉLECTROLYSE

Un agent condensant pour l'emploi dans les manufactures de teinture, de produits tels que l'indigo est obtenu en électrolysant un mélange de soude caustique et de potasse caustique de telle sorte que le sodium et le potassium soient produits et restent en solution. Une anode pouvant supporter une assez grande densité de courant, pouvant atteindre jusqu'à 50 ampères par centimètre carré et une cathode pouvant supporter une densité de courant de 1 à 0,01 ampère par centimètre carré peuvent être employées dans ce but. Les hydrates peuvent être équimoléculaires ou non. La rapidité de l'opération peut être obtenue en opérant dans le vide, dans un gaz inerte ou dans une huile à haut point d'ébullition. (Br. Angl. 169.498. — Bergve). .M .M

PRATIQUE INDUSTRIELLE

Réparation d'un moteur triphasé.

Par suite de calage accidentel du moteur, le bobinage du rotor avait été complètement grillé. Ce rotor comportait 60 encoches, il était bobiné avec du fil de 25/10 isolé au coton, chaque encoche contenait 4 fils, le bobinage était fait de telle sorte qu'il y avait 6 pôles par phase, chaque pôle occupait 3 encoches, sauf les pôles 1^1 et 1^2 de la 1re phase, 2^1 et 2^2 de la 2e phase, et 3^1 et 3^2 de la 3e phase, qui avaient 4 encoches, ce qui nous faisait bien 60 encoches soit 6 pôles $\times$ 3 phases $\times$ 3 encoches + 6 encoches supplémentaires pour les pôles ci-dessus.

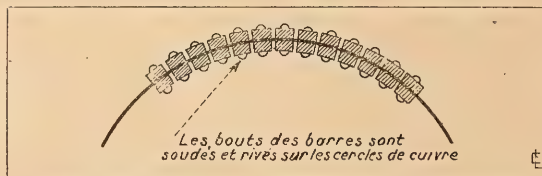


Fig. 1.

Les connexions étaient établies de telle sorte que toutes les bobines étaient en série et ne formaient qu'un seul fil bouclé d'environ 44 mètres de long, et d'une résistance de 0 ohm 14 environ, il est évident qu'un pareil enroulement devait avoir, au moment du démarrage, l'avantage d'absorber beaucoup moins d'ampères qu'une simple cage d'écureuil, à cause de sa résistance, mais cela au détriment de son couple de démarrage.

Théoriquement, malgré la destruction de l'isolant, ce moteur aurait dû continuer à marcher, car tous les fils se touchaient entre eux. Malheureusement, la chaleur ayant amené la fusion des soudures des connexions, il en résultait des mauvais contacts qui s'opposaient à la rotation.

Après examen, ma première idée fut de refaire le bobinage tel qu'il était, mais manquant de fil isolé 25/10, d'isolant et surtout de temps, je pensais à essayer une réparation de fortune soit une simple

cage d'écureuil, j'ai enlevé l'ancien bobinage que j'ai remplacé par 2 barres de cuivre par encoche de 37/10 aplaties à chaque bout sur une longueur de 25 millimètres toutes ces barres ont été soudées à l'étain d'abord, sur 2 cercles de cuivre rouge de 3m/m × 30m/m disposés de chaque bout du rotor de façon qu'il se trouvait une barre à l'intérieur et une autre à l'extérieur des cercles. Ensuite j'ai percé un trou de 3 millimètres dans chaque barre de façon à pouvoir les river sur les cercles pour éviter tout mauvais contact pouvant résulter de la fusion éventuelle de la soudure. Si j'ai commencé par souder les barres sur les cercles, c'est parce que cela était plus facile pour percer les trous, de cette façon ces derniers ce sont rapportés exactement (voir fig. 1 et 2).

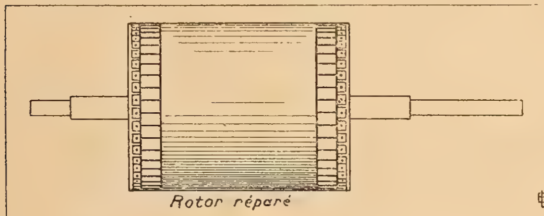


Fig. 2.

Sur sa plaque le moteur portait 110 volts, 3 HP, 1.420 t/m 50 périodes.

Les essais au frein après réparation ont donné les résultats suivants :

Puissance au frein 232,5 kilogrammètres soit 2.281 watts environ.

Puissance au wattmètre 2.550 watts.

$$\text{Rendement} = \frac{2.281}{2.550} = 0{,}89 \text{ environ.}$$

Intensité par phase 15 ampères 8.

$$\text{Cos } \varphi = \frac{2.550}{110 \times 15{,}8 \times 1{,}73} = 0{,}85.$$

Au moment du démarrage en charge l'ampéremètre indique 39 ampères ce qui n'a rien d'anormal.

P. Cornice.



On nous demande :

Montage du synchronoscope.

N° 371 R. — Le principe et le schéma de branchement d'un synchronoscope sont variables selon le constructeur, nous donnerons donc quelques renseignements concernant le modèle de tableau, Type G. E. de la Compagnie pour la Fabrication des compteurs, 16 et 18, boulevard de Vaugirard, Paris (fig. 1).

Il se compose d'un petit moteur dont le stator *a b* est un électro-aimant en tôle de fer doux portant un enroulement alimenté par la tension du réseau, soit directement, soit par l'intermédiaire d'un transformateur de tension. Le rotor, cylindre en tôle de fer doux, porte deux enroulements dont les axes sont perpendiculaires et qui ont un point commun. Ce point et les deux extrémités libres sont reliés à trois bagues isolées sur lesquelles frottent trois petits balais correspondant à trois bornes *e d c*.

Les bornes *d* et *c* servent à connecter les deux enroulements *de* et *ce* respectivement à une bobine de réactance *df* et à une résistance non inductive *cf* (habituellement une lampe à incandescence). La résistance et la réactance se trouvent dans une caisse additionnelle.

La borne *e* du synchronoscope et la borne *f* de la caisse doivent être connectées aux bornes de la machine à coupler, soit directement, soit par l'intermédiaire d'un transformateur de tension.

Le rotor porte une aiguille visible de loin, sur le cadran se trouve un trait vertical, les mots « accélérés » et « ralentir » et deux flèches indicatrices.

Le courant traversant le stator engendre, dans l'entrefer, un champ magnétique alternatif d'une fréquence égale à celle du réseau.

Les deux enroulements du rotor, perpendiculaires entre eux et parcourus par des courants pratiquement en quadrature, produisent un champ tournant, qui tourne, par rapport au rotor, avec une vitesse égale en tours par seconde à la fréquence de la machine à coupler.

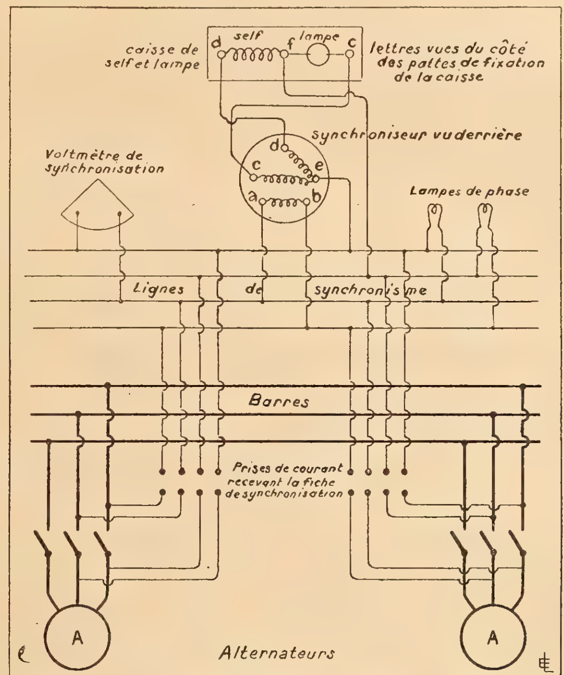


Fig. 1.

Le moteur marchant à vide, le champ du rotor tend à rester parallèle à celui du stator qui tourne dans le même sens que lui (car on sait qu'un champ alternatif peut toujours être considéré comme résultant de deux champs tournant en sens inverse avec une vitesse identique et égale en tours par seconde à la fréquence du champ alternatif).

Il en résulte que :

1° Si la machine à coupler a une fréquence plus faible que celle du réseau, c'est-à-dire si elle a une vitesse inférieure à celle du synchronisme, le rotor tourne dans le

même sens que son champ avec une vitesse en tour par seconde égale à la différence des deux fréquences.

2° Si la machine à coupler tourne trop vite, le rotor du synchronoscope tourne dans le sens contraire de son champ, c'est-à-dire du sens précédent, avec une vitesse égale à l'excès de la fréquence de cette machine sur celle du réseau.

3° Si le synchronisme est atteint, le rotor reste fixe, dans une position qui dépend de la différence de phase entre la machine à coupler et le réseau.

Si les connexions sont celles du schéma ci-contre, l'aiguille solidaire du rotor tourne vers la droite en regardant l'appareil lorsque la machine à coupler a une viteesse supérieure au synchronisme et qu'il faut la « ralentir » et réciproquement.

Exemple. — Si la machine à coupler donne une fréquence de 52 périodes par seconde et si la fréquence du réseau est 50 périodes par seconde, l'aiguille tourne vers la droite avec une vitesse de 2 tours par seconde; si la fréquence de a machine est 49 périodes, l'aiguille tourne vers la gauche avec une vitesse de 1 tour par seconde.

Au moment où l'aiguille se trouve sur le trait marqué entre les deux flèches, la tension de la machine est en phase avec celle du réseau. Lorsque l'aiguille se trouve dans une autre position, l'angle qu'elle fait avec le trait vertical est égal à l'angle de phase entre les deux tensions.

Avant de faire un premier couplage, il faut s'assurer que les fils des diverses machines sont connectés d'une façon correcte par rapport à ceux des barres et des fils de synchronisation.

E. François.



Calcul d'une ligne aérienne triphasée.

Pour expliquer par l'exemple le calcul d'une ligne aérienne triphasée, nous traiterons le problème posé dans la tribune des abonnés du 1er janvier 1922. On donne la puissance à transporter (2.000 K. V. A. × 0,8 = 1.600 kw), la distance à franchir (10 km.), la perte de puissance en ligne (8 %), la tension à l'arrivée (10.000 v.), la fréquence (50), et le cos φ à l'arrivée qui est le cos φ des récepteurs (0,8), on demande la tension au départ.

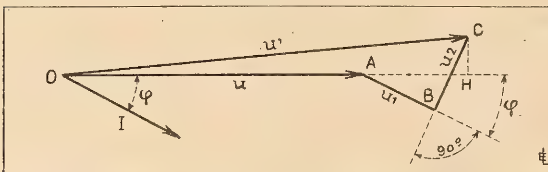


Fig. 1.

D'une façon générale, le problème se traite en tensions simples; la tension u' au départ est la somme géométrique des vecteurs représentant : la tension u à l'arrivée, la chute ohmique u_1 et la chute selfique u_2, ces vecteurs étant disposés comme l'indique le graphique (fig 1).

Dans le cas qui nous intéresse plusieurs remarques sont à faire. Les valeurs de u_1 et de u_2 étant déterminées, nous constaterons que le point C tombe à une distance C H du prolongement de OA, telle que le rapport $\frac{CH}{OH}$ est très petit. Il s'en suit que :

1° Les cos φ au départ et à l'arrivée sont peu différents (0,79 et 0,8).

2° La chute de tension % est voisine de la perte de puissance % (8,8 % et 8 %).

3° Le cos φ à l'arrivée peut varier de 0,5 à 0,9 sans influencer de 1 % la tension au départ.

4° Le calcul graphique peut être remplacé par un calcul simple et approché, basé sur l'égalité : $u' = u + u_1 \cos \varphi + u_2 \sin \varphi$.

Tension simple à l'arrivée : $u = \frac{U}{\sqrt{3}} = 5.774$ v.

Courant dans un fil de ligne : $I = \frac{P}{\sqrt{3}\, U \cos \varphi}$ 115 a. 3.

Perte de puissance en ligne : $p = \frac{8}{100} P = 128.000$ watts

Résistance d'un fil de ligne : $R = \frac{p}{3\, I^2} = 3\,\omega\, 2$.

Section du fil. l étant la longueur en mètres, et pour une ligne en cuivre :

$$S = 0{,}02 \frac{l}{R} = 62 \text{ mm}^2$$

Diamètre du fil $D = \sqrt{\frac{4\,S}{\pi}} = 8$ mm., 9.

Chute ohmique : $u_1 = RI = 370$ volts.

Chute selfique : Par ampère et par kilomètre la chute selfique est :

$$C = f/50 \left(0{,}0157 + 0{,}144 \log \frac{D}{a}\right)$$

f étant la fréquence (50), D l'écartement des conducteurs et a leur rayon

D'où C = 0,0157 + 0,144 log 112 = O v. 308.

Et $u_2 = 0$ v. $308 \times 115{,}3 \times 10 = 355$ volts.

Tension simple au départ : $u' = 5774 + 370 \cos \varphi + 355 \sin \varphi = 6283$ volts.

Tension composée au départ : $U' = u' \sqrt{3} = 10.880$ volts.

J. Vuillermoz,
Ingénieur I. E. G.

BIBLIOGRAPHIE

Traité d'électricité théorique, rédigé en vue des applications industrielles, à l'usage des futurs ingénieurs, conforme aux programmes d'entrée à l'Ecole supérieure d'électricité de Paris et de la licence ès-sciences, par Jacques Carvallo, agrégé de l'Université, répétiteur de physique à l'Ecole polytechinque (Dunod, éditeur.) (Pris, 48 fr.).

Ce traité est la reproduction du cours professé par l'auteur à l'Ecole spéciale de mécanique et d'électricité, pour les candidats à l'école supérieure d'électricité de Paris.

S'adressant à des jeunes gens sortant pour la plupart de la classe de mathématiques des lycées, ce cours avait pour but de les conduire en un an, pour cette branche de la physique, au niveau des élèves sortant des grandes écoles et des facultés.

Ces données définissent tout à la fois le but de cet ouvrage et l'esprit dans lequel il a été rédigé :

Etablir solidement sur des bases expérimentales et concrètes les points de départ, mais adopter de suite les points de vue qui permettent d'atteindre le plus vite et de la façon la moins abstraite, les conséquences les plus lointaines.

Graduer avec soins les difficultés de calcul, de manière à permettre au lecteur d'acquérir progressivement et parallèlement les connaissances de mathématiques générales indispensables à l'ingénieur.

Nécessité d'augmenter de plus en plus le bagage scientifique des futurs techniciens que l'industrie réclame de jour en jour plus nombreux, et de l'asseoir sur des bases de plus en plus solides, mais nécessité aussi d'abréger des études théoriques trop longues et trop coûteuses, tels sont les soucis constants qui ont présidé à l'élaboration de cet ouvrage.

Les mathématiques de l'ouvrier moderne, par L. Vezo professeur de l'Enseignement technique à l'usage des apprentis, ouvriers et contremaîtres de l'Industrie, des écoles d'apprentissage et des cours de perfectionnement professionnel (Dunod, éditeur.) I, *Arithmétique et Algèbre* (Prix, 13 fr.). — II. *Géométrie* (Prix, 14 fr.).

Ce livre est l'œuvre d'un spécialiste et d'un professeur averti; il est la reproduction des leçons professées depuis plusieurs années au cours d'apprentissage et de perfectionnement professionnel.

Il est simple et pratique et mieux que tous les autres mis à la portée de l'ouvrier : simple, en évitant les démonstrations classiques qui le plus souvent déroutent les lecteurs, et ne donnant de théorie que ce qui est nécessaire; pratique, en multipliant les exemples qui se présentent journellement à l'atelier et en donnant des exercices se rapportant aux diverses professions.

L'auteur y a introduit, en outre, la description et l'usage de la règle à calcul qui se répand de plus en plus dans l'industrie et au lieu d'en faire un chapitre spécial, il a échelonné les opérations qu'elle permet d'effectuer, dans les différents chapitres auxquels elles se rattachent.

Travail des métaux, fonderie, alliages, moulages; forge, chaudronnerie, estampage; travail à la lime, au burin, aux machines-outils; outils divers, procédés de montage; soudure, brasure, métaux précieux, par J. Michel, ingénieur civil (Nouvelle collection des Recueils de recettes rationnelles), 2e édition (Prix, 10 fr.).

D'entre tous les recueils de « tours de main », « formules », « trucs divers », s'adressant aux ouvriers du métal, le présent ouvrage se distingue par son caractère pratique et la commodité de sa consultation : aussi la première édition fut-elle vite épuisée. Cette nouvelle édition, revue et augmentée, s'adresse comme la première à l'ajusteur, au monteur, au forgeron, au tourneur, au conducteur de machines-outils diverses, au chaudronnier, au plombier, au ferblantier, voire à l'orfèvre et au bijoutier. Il n'est aucun de ces praticiens qui ne puisse trouver là l'utile « tuyau », cherché en vain partout ailleurs, la façon de remédier à tel insuccès, le moyen de réaliser telle chose nouvelle ignorée à l'atelier, cent précieux enseignements qui lui économiseront le centuple de la valeur du volume.

De la lumière au son..., par P. Vivier. — Collection des *Nouvelles séries* (Prix, 7 fr.).

Reprenant sur de nouvelles bases d'anciennes expériences de Newton, des remarques de Chevreul, l'auteur de l'étude des teintes, tire sur la nature et les modalités de la lumière, des conclusions jetant un jour nouveau sur l'ionisation, et qui seront avantageusement applicables à la spectroscopie et aux phénomènes électromagnétiques. Il dégage ensuite la relation qui existe entre les parties du temps et les éléments de la lumière, entre les *Heures* et les *Couleurs*, entre la gravifique et l'électricité.

Ailleurs, il introduit, — interprétant notamment les travaux de P. Curie, — les notions d'*Entrefers* dans les intervalles de temps à l'égard de la température, — et nous fait aborder ou approfondir les questions de potentiel d'éclatement, d'orthogonalité, de rectilignité initiale : bref, nous présente un système de références universel.

TRIBUNE DES ABONNÉS

*Notre Tribune est une rubrique de renseignements mutuels ouverte à tous nos abonnés. La Rédaction de l'*Electricien *n'est pas responsable des réponses fournies. Nous prions nos lecteurs de limiter leurs demandes au domaine de la pratique industrielle.*

DEMANDES

N° 531. — 1° Comment calculer la valeur de l'inductance apparente d'une ligne triphasée haute tension en *aluminium* avec *âme en acier* ?

2° Valeurs pratiques à adopter pour le coefficient de self-induction dans le cas où la saturation magnétique n'est pas atteinte et dans le cas où celle-ci est atteinte.

3° Pour quelle valeur du courant peut-on considérer que l'acier de cette ligne est à saturation ?

N° 532. — Ayant un parafoudre à installer sur un circuit d'éclairage extérieur alimenté par du courant alternatif triphasé 110 volts 50 périodes, je possède 2 marbres supportant chacun un self type ruban de cuivre en spirale et un parafoudre aluminium 3 pôles avec charbon central rond muni d'une borne. Comment devrais-je installer ce parafoudre complet, mon circuit étant alimenté par 3 phases et neutre soit 4 fils. Pourrirez-vous me faire le schéma demandé ?

N° 533. — Pourriez-vous m'indiquer s'il existe un volume traitant des procédés pour décorer les bronzes de lustrerie ?

N° 534. — Manière de connaître la force d'un moteur triphasé à 190 volts en connaissant l'ampérage, le nombre de tours, les périodes ?

N° 535. — Le calcul des résistances de radiateurs électriques et les moyens d'en confectionner un soi-même ?

N° 536. — Quel est le montage le plus simple d'un poste récepteur de T. S. F. (sans lampe-valve) étant susceptible d'être employé comme récepteur de téléphonie sans fil ?

N° 537. — 1° Sur une canalisation à 240 volts continu en fils de 7^{mm^2},07 (30/10e avec une distance de 2.500 mètres, soit 5 kilomètres aller et retour, peut-on faire marcher un moteur de 3 chx 1/4 ?

2° Sur cette même canalisation aérienne, à 240 volts continu, peut-on se servir de bobines de self comme parafoudre ? sinon quel est le parafoudre le plus efficace ? A quelle distance doit-on les mettre ? En cas d'orage est-il nécessaire de couper le courant à l'usine ?

N° 538. — Serais heureux de connaître école de premier ordre française ou étrangère, dans ce dernier cas, cours en français, enseignant les *Etudes supérieures* de l'électricité par correspondance.

Désirerais connaître auteur et ouvrage complet et synthétique concernant la téléphonie sans fil.

N° 539. — Pourrait-on m'expliquer pourquoi lorsque l'on fait des essais sur courant triphasé avec un appareil multi-calorique, il se produit sur une phase une déviation en sens contraire de l'indication normale du sens de l'aiguille, il est bien entendu qu'il s'agit ici d'un essai de puissance car, pour les essais d'intensité le fait ci-dessus ne se produit pas, Je prie les lecteurs au courant de la question de bien vouloir me donner leur appréciation. N'y aurait-il pas là une question de sens de courant dans les fils ?

N° 540. — Je désirerais connaître par un exemple les calculs effectués pour la localisation du défaut sur un câble souterrain traité dans votre numéro du 1-1-22 ainsi que la marche à suivre avec exemple à l'appui pour trouver le plus *rapidement possible* les différentes avaries d'un câble souterrain et câble de mine. Ce renseignement me serait d'une grande utilité étant donné que dans notre région beaucoup de câbles d'exhaure sont placés dans les puits d'extraction et que pour la réparation nous devons disposer de la cage, ce qui arrête momentanément l'exploitation.

N° 541. — Un lecteur pourrait-il indiquer un moyen pratique de nickeler *sur du nickel* ? J'entends par là un moyen de renickeler une pièce de métal ayant été déjà nickelée et dont la couche de nickel serait défectueuse ou aurait partiellement disparu par usure ou pour toute autre cause. Le procédé habituel qui consiste à dénickeler entièrement une pièce avant de la renickeler n'est pas pratique et coûte très cher.

N° 542. — Existe-t-il un moyen de réduire, dans un rapport donné, la fréquence d'un courant ? Y a-t-il une statique permettant de transformer le 50 périodes d'un secteur en courant de 25 ou 20 périodes ? Il s'agirait naturellement de basse tension (120 volts) et d'intensité de 5 à 10 ampères environ.

N° 543. — Je dispose d'un moteur de 15 HP 240 volts 650 tours avec lequel je charge une batterie d'accus de 370 ampères, 68 bacs, mais pour faire varier mon excitation et intensité de charge, je me sers de deux résistances liquide que je voudrais remplacer. Je voudrais pouvoir charger à 50 ampères, quelle résistance doit avoir le rhéostat et la section de fils approprié, ainsi que de la résistance à intercaler pour maintenir l'intensité de charge ?

N° 544. — Pourriez-vous m'indiquer le fonctionnement d'une petite dynamo d'automobile servant à la charge des accus dont la plaque indique : « Dynamo King Road 12 ampères. Pour utiliser une batterie de 12 volts, Joseph Lucas L. T. D., Birmingham » et dont voici le schéma (fig. 1).

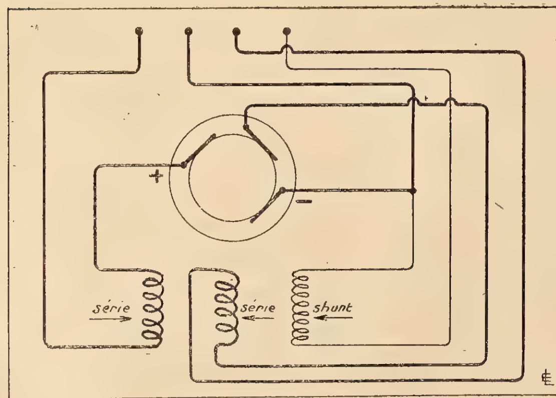


Fig. 1.

N° 545. — Dans notre ville, nous sommes alimentés par du courant triphasé 120 volts 45 périodes avec neutre, et brusquement tous les abonnés ont constaté une consommation anormale et même axagérée de courant deux et trois fois plus dans certains cas, les compteurs paraissent avoir subi une marche désordonnée, sans pouvoir découvrir aucune cause, le voltage n'a pas changé d'une façon sensible, est-ce que le changement de périodicité pourrait entraîner de pareilles conséquences ?

N° 546. — Y a-t-il inconvénient à donner aux bobines d'accord, pour postes récepteurs de T. S. F., une section carrée. Si oui ; pourquoi ?

N° 547. — Un lecteur pourrait-il résoudre le problème suivant : Un alternateur triphasé débité 50 kilowatts sur un réseau dont le cos φ est de 0,4. Cet alternateur est commandé par un moteur à courant continu à 220 volts. Quelle sera pour une puissance triphasée de 50 kilowatts, l'intensité et la puissance absorbées par le moteur continu? On supposera négligeables les pertes mécaniques et on prendra quelconque la tension triphasée.

Errata. — Demande n° 508 R. — *Lire* « circuit du « rotor » au lieu de circuit du stator.

Demandes d'adresses de fabricants.

N° 548. — Quel sont en France, les principaux fabricants de tubes en laiton uni et décorés pour lustrerie ?

N° 549. — Existe-t-il dans le commerce des machines à couder, cintrer les tubes ?

N° 550. — Adresse d'un fabricant de moules pour plaque en métal donnant des inscriptions en relief. (Les moules se composant de lettres et de chiffres amovibles permettant n'importe quelle composition.)

N° 551. — Où pourrais-je trouver des commutateurs de lumière munis d'une pastille phosphorescente permettant de les trouver facilement la nuit dans les appartements ?

N° 552. — Demande adresses de constructeurs de pétrins électriques pour boulangeries.

RÉPONSES

N° 441 R. — Il est préférable d'employer comme électrolyte une solution d'acide sulfurique $SO^4 H^2$ toutefois la solution doit avoir une densité déterminée par la résistance ohmique à obtenir. La surface des électrodes doit être en moyenne de 3 centimètres carrés par ampère-vous devez donc avoir une surface totale d'environ 250 centimètres carrés. Le volume du liquide est de 7 litres par kilowatt à absorber. Ces données vous mermettront de vérifier si votre rhéostat est judicieusement calculé.

Il est probable dans votre cas, que la surface immédiatement immergée est insuffisante, en tous cas vous pouvez tenter de réduire les crépitements en remplaçant la potasse par la solution suivante :

Densité 1.003. Pourcentage en poids d'acide sulfurique 0,5. Résistivité en ohms 100 par centimètre carré, 16.

N° 443 R. — On emploie les autotransformateurs lorsque le rapport de transformation est inférieur à 2 /1, ces appareils sont constitués par un seul enroulement et caractérisés par le fait que les deux bobinages, primaire et secondaire sont reliés en série. On les utilise principalement pour le démarrage des moteurs d'induction. Dans ce cas (fig. 2) la portion AB sur chaque phase, forme le primaire et la partie AC le secondaire. Pour le démarrage, on relie différents points tels que A par l'intermédiaire d'un dispositif à plots ; on fait alors varier la tension aux bornes du moteur comme avec un rhéostat dans le courant continu. Fonctionnant à vide l'auto-transformateur peut être considéré comme une bobine de self.

N° 445 R. — Au laboratoire, les courants continus à haute tension s'obtiennent au moyen des transformateurs électroniques à cathode chaude, modèle du « Kénotron ».

N° 446 R. — Le dispositif le plus simple consiste à employer sur le primaire des disjoncteurs à 2 maximas dont un sera relié au secondaire, de cette façon toute communication directe entre les deux enroulements du transformateur provoquera le déclenchement des disjoncteurs. En outre il sera bon d'interposer entre les enroulements HT et BT, une feuille de cuivre sectionnée (pour éviter les courants de Foucault) et mise en communication permanente avec la terre.

N° 447 R. — Calculez d'abord votre coefficient d'induction L en fonction de la réactance nécessaire et de la fréquence d'après la relation :

$$L \text{ (en henrys)} = \frac{\text{Réactance}}{6{,}2832 \times f}$$

f étant la fréquence.

Le noyau étant enlevé, les caractéristiques de la bobine vous sont données par l'équation :

$$L = \frac{4 \pi t^2 q}{10^9 \times l} \text{ henrys}$$

t nombre de spires,

q, surface d'une spire moyenne en centimètres carrés.

l, longueur de la bobine en centimètres.

L'adjonction du noyau augmente le coefficient L.

Calculez le nombre de lignes de force N correspondant au courant i qui devra circuler dans le conducteur au moyen de la formule :

$$N = \frac{0{,}4 \pi t i}{R}$$

R étant la réluctance.

Dans ce cas la force électro-motrice de self sera :

$$e_B = \frac{4{,}44 \text{ N } t f}{10^8}$$

ce qui vous permettra de calculer la chute de tension après enfoncement du noyau. E. VACHET.

N° 467 R. — Votre voltmètre donnera approximativement les mêmes indications après changement de fréquence, si toutefois il s'agit bien d'un appareil magnétique, la période d'oscillation de l'index mobile sera d'autant plus grande que la périodicité seja réduite; il est probable que pour 25 périodes, l'aiguille ne pourra garder une position stable et les lectures seront très imparfaites. E. VACHET.

N° 468 R. — L'inducteur présente généralement une résistance de valeur suffisante pour pouvoir être mesurée avec un petit ohmmètre ou un voltmètre. Pour l'induit, le mieux est de le faire traverser par un courant d'intensité convenable au moyen de deux contacts diamétralement opposés au collecteur, et de prendre au moyen d'un galvanomètre (ou d'un millivoltmètre) des contacts sur le collecteur aux lamelles contiguës : les bobines en mauvais état sont révélées par une déviation différente de l'aiguille de l'appareil. F.

N° 468 R. — Le millivoltmètre est superflu, vérifiez vos sections au moyen d'une sonnette alimentée par une pile ou bien encore employez une petite lampe et votre batterie d'accus.

N° 471 R. — Les entrées par pipes en porcelaine arrêtent l'humidité de l'extérieur et entourent le conducteur d'une gaine isolante alors que le tube de plomb peut créer des courts-circuits par électrolyse ou par usure des isolants au pliage et aux attaches. E. VACHET.

N° 471 R. — Je préfère la canalisation sous tube isolant avec pipes, car dans la canalisation sous plomb, je redoute le pompage de l'humidité aux entrées quand des précautions spéciales ne sont pas prises.

N° 472 R. — J'estime que si vous inversez le sens du courant dans l'inducteur *ou* dans l'induit, mais pas dans les deux à la fois, et que vous déplaciez convenablement la calage des balais, ce moteur tournera en sens inverse. F.

N° 472 R. — Vous devez agir comme en présence d'un moteur série courant continu et inverser le sens de bobinage dens l'inducteur ou dans l'induit; la solution la plus simple est d'inverser le stator; en reprenant la disposition de votre figure, modifiez les connexions comme suit (fig. 3).

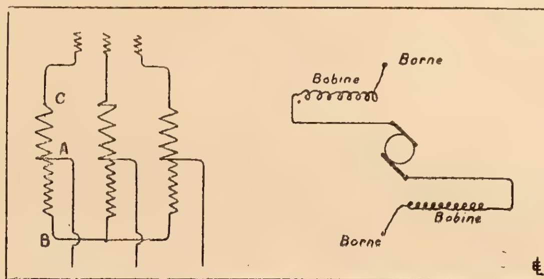


Fig. 2. Fi4. 3.

N° 474 R. — Votre compartiment d'accus est sale et contient un sel en dépôt qui non seulement sulfate vos plaques, mais réduit votre solution.

N° 476 R. — Employez un redresseur Tungar à ampoule de verre construit par la maison Thomson-Houston. E. VACHET.

N° 484 R. — Si le moteur en question marche normalement sans échauffement de ses enroulements et que le voltage soit à la tension voulue sur les trois phases, le phénomène indiqué peut être attribué, soit au couple résistant de la transmission qui augmente de valeur à certains moments, soit encore, comme cela arrive assez souvent, pour les petits moteurs triphasés, à des défauts de contact dans l'interrupteur ou dans le coupe-circuit car il ne faut pas oublier qu'au moment des démarrages le genre de moteur à induit en cage d'écureil, observe de quatre à cinq fois le courant normal à pleine charge, il en résulte que si l'interrupteur et le coupe-circuit n'ont pas été prévus pour supporter le courant aux démarrages, leurs contacts chauffent et même souvent les fils fusibles, surtout s'ils sont en aluminium, rougissent et sont cause d'une assez forte chute de tension qui réduit d'autant le couple, car comme on le sait, la valeur du couple décroît comme le carré du voltage. Il faut donc toujours prévoir des interrupteurs et coupe-circuits pouvant supporter largement l'intensité des démarrages sans échauffement, en outre ces appareils devront toujours être très bien entretenus. B. CORCEVAY.

N° 484 R. — L'entrefer de votre moteur doit être très réduit, vérifiez si le rotor ne frotte pas légèrement contre les épanouissements polaires par suite d'une usure des coussinets supports de l'arbre. E. VACHET.

N° 484 R. — Le couple initial de démarrage d'un moteur à cage d'écureuil est faible et varie, d'autre part, avec la *position relative* des encoches du stator et du rotor. Des barres de rotor dessoudées peuvent aussi n'être pas étranrères au phénomène remarqué. Enfin, il ne faut pas oublier non plus que le couple nécessaire pour faire démarrer une transmission peut varier du simple au double, et même davantage sous l'influence de la température qui agit sur la viscosité de l'huile et d'autres causes mal connues telles que la position du « balourd » des grandes poulies.

L. B.

N° 484 R. — A mon avis, il doit y avoir une phase de coupée, ce qui une fois lancé, n'empêche pas votre moteur de tourner, mais alors l'intensité sur chacun des fils est différente, il faut vous en assurer avec un ampèremètre, Il arrive, en effet, que ces moteurs puissent démarrer avec un fil coupé, ceci dépend de la position du rotor par rapport au stator.

N° 485 R. — On peut aisément substituer à la bobine de self des condensateurs par le montage en série de la lampe de résistance R et d'une capacité C.

La résistance apparente du condensateur est :

$$S = \frac{1}{C\omega}$$

et il laisse passer l'intensité $I = U\,C\,\omega$.

Pour la fréquence 42 sur 220 volts et $C = 10$mf, par exemple $\omega = 2\,\pi\,F = 6{,}2832 \times 42 = 264$.

$$I = 220 \times 264 \times \frac{10}{10^6} = 0\text{ A., } 581.$$

$$S = \frac{1}{C\omega} = \frac{10^6}{10.264} = 380\text{ watts.}$$

En un mot, sur 42 périodes tout se passe comme si 1 MF égalait une résistance de 3.800 watts. La capacité C donnant $\frac{1}{C\omega}$ remplace la self L donnant $L\,\omega$.

D'après cela il est aisé de calculer la capacité réglable à employer selon le désir de hauteur de la question 485.

Je signale que sur 110 volts, une capacité de 4 à 5 M F donne une veilleuse.

Il y aurait lieu d'examiner selon le problème qui se pose s'il faut utiliser des lampes carbonne, métalliques ou demi-watt.

Il y a lieu d'ajouter qu'une réduction de la tension aux bornes du circuit d'éclairage au moyen d'un *rhéostat* entraînerait une dépense d'énergie wattée correspondant à l'éclairage permanent des lampes. Avec une *self* cela peut entraîner une dépense d'énergie déwattée enregistrée par le compteur de $\sin\varphi$ du secteur. L'emploi de la *capacité* est non seulement gratuit mais il diminue les pénalités dues à la self de l'installation, il représente une dépense négative.

(Voir *l'Electricien* n° 1293 et ma réponse à la question n° 495).

C. Cambier.

N° 486 R. — Pour la force sous 220 volts en triphasé, votre conducteur devra avoir une section de 34 millimètres carrés par ligne de 120 HP; prenez dans ce cas du câble multiplede 6 mm, 60 de diamètre.

Pour la lumière 8mm², 5 par conducteur, soit 33 dixièmes. Pour détails de calcul, voyez *Agenda Dunod Electricité* « Calcul au point de vue électrique d'une ligne à courant alternatif. »

E. Vachet.

N° 488 R. — Pour que deux batteries d'accumulateurs puissent être mises en parallèle, il faut qu'elles aient le même voltage, autrement il s'établirait entre elles un courant de circulation qui déchargerait celle qui a le voltage le plus élevé et surchargerait l'autre.

Du reste, en pratique, même avec deux batteries ayant sensiblement le même voltage, la mise en parallèle n'est pas bien recommandable.

B. Corcevay.

N° 488 R. — Votre question est naïve : lorsque l'on branche une source quelconque sur une résistance infinie, le courant doit être théoriquement infiniment plus petit, avec l'infini vous introduisez de ce fait la notion de limite.

E. Vachet.

N° 487 R. — Le neutre n'est pas forcément à la terre, notamment dans les transformateurs qui servent à l'alimentation des commutatrices et des redresseurs polyphasés, les points neutres sont sortis de la cuve et maintiennent l'équilibre de la distribution au moyen de circuits appropriés (dispositif d'absorption). Dans certains appareilt de construction toute récente, on adjoint un enroulement tertiaire dit de compensation qui est mis soit directement à la terre, soit par l'intermédiaire d'un parafoudre (étouffement des harmoniques).

E. Vachet.

N° 491 R. — Il faudrait examiner sur place pour être sûr; mais si je comprends bien, un pôle du réseau est à la terre quelque part... Or le tuyau de gaz est à la terre.. Je suppose donc que la poutrelle n'y est pas et qu'elle s'est trouvée sous tension par contact quelque part avec la ligne : d'où arc à la terre. (Les vis de fixation des taquets ne toucheraient-elles pas à la ligne et à la poutrelle ?...)

F.

N° 492 R. — Il n'y a pas de précautions spéciales à prendre pour coupler vos nouvelles génératrices à votre tableau et à votre survolteur, il suffira une fois ces dynamos mises en marche et excitées de bien vérifier avec précaution, avec un voltmètre polarisé les pôles de ces machines et de les brancher aux bornes correspondantes aux pôles des anciennes génératrices.

B. Corcevay.

N° 496 R. — Je ne connais pas d'ouvrage traitant spécialement de la téléphonie à batterie centrale, mais on trouve des renseignements dans les ouvrages ci-dessous : *Cours d'installations téléphoniques*, par Milon; *Traité de Téléphonie*, par Kempster et Miller qui contiennent le premier, 40 pages environ et le deuxième, 70 pages environ, sur les appareils à batterie centrale. Enfin le n° 53 de *La science et la vie* (novembre 1920) a publié un article d'une quinzaine de pages avec schémas très clairs.

E. M. T.

N° 498 R. — Voyez le *Guide pratique de l'amateur électricien* par Keignart (pages 273 à 286)

E. Vachet.

N° 502 R. — Pour 15.000 volts en triphasé on prend une moyenne de 170 millimètres entre fil et masse et 290 millimètres entre conducteurs.

E. Vachet.

N° 529 R. — La Société Lorraine Electro-Industrielle, 3, avenue Albert-Ier, à Thionville, fait la fourniture d'installations de galvanisation, nickelage, cuivrage, argenture. Elle se charge de toutes études et projets. Devis seront adressés sur demande.

Le Gérant : L. De Soye

PARIS. — L. DE SOYE, IMPR., 18, R. DES FOSSÉS-S.-JACQUES.

38e Année. — N° 1296 15 Mars 1922

L'ÉLECTRICIEN

Rédacteur en chef : Maurice SOUBRIER
Secrétaire général : L.-D. Fourcault

DUNOD, Éditeur. 49, quai des Grands-Augustins, PARIS, VIe. — *Tél.* : GOB. 19-38 et 53-01

TRANSFORMATION DU COURANT

Les Redresseurs à vapeur de mercure.

Les soins nécessités par l'emploi des commutatrices et des convertisseurs tournants ont provoqué la recherche d'un principe nouveau pour la transformation statique du courant alternatif en courant continu. On conçoit facilement le rendement très élevé obtenu avec les appareils à vapeur métalliques qui ne comportent aucune partie tournante, et dont nous donnons ici la description.

Le redresseur à mercure est basé sur le principe suivant : lorsqu'on fait jaillir un arc dans le vide entre deux électrodes : l'une en mercure, l'autre en fer ou en graphite, le courant ne s'établit facilement que si l'électrode en mercure est cathode; il suffit de 15 à 20 volts pour entretenir l'arc. En inversant les polarités, il faut plusieurs milliers de volts. Dans ces conditions, un arc à mercure étant alimenté par un courant monophasé, par exemple, ce dernier sera interrompu pendant une alternance par période; le courant obtenu sera intermittent, mais toujours de même sens, l'alternatif est alors redressé et peut être employé pour la charge d'une batterie d'accumulateurs. L'allumage est produit par contact d'une anode auxiliaire qui chauffe au blanc un point convenable de la cathode, cette condition indispensable doit être maintenue pendant tout le fonctionnement sous forme « d'excitation ».

Avec une même cathode, on emploie plusieurs anodes, et on adjoint sur chaque circuit d'anode une bobine de self pour obtenir le recouvrement des courants partiels (fig. 1).

Pratiquement, on emploie rarement le redresseur monophasé. Le système polyphasé est beaucoup plus avantageux.

Lorsqu'on dispose de courant triphasé, on adopte le schéma (fig. 2).

Un transformateur triangle étoile alimente 6 anodes. Du point neutre part la barre négative de la distribution, l'électrode de mercure est reliée à la barre positive; dans ce cas on a, entre la tension

effective de phase du secondaire côté transformateur et la tension du courant obtenu, la relation suivante :

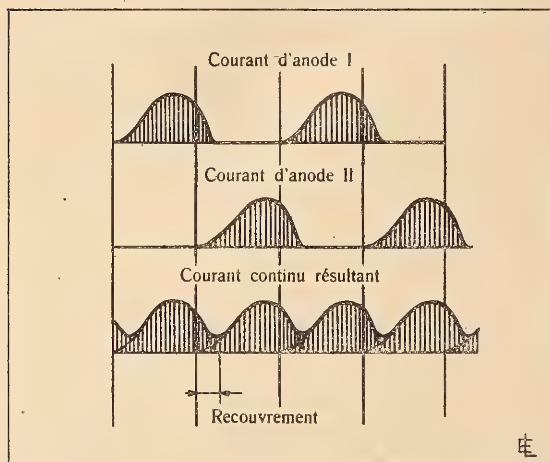


Fig. 1.

$$e = \frac{e_c + \varepsilon + c\, e_s}{1{,}35\ \text{K}}$$

c et k sont des facteurs de correction dépendant du couplage,

ε, chute de tension dans l'arc (20 volts).

e_s, tension des selfs d'anodes.

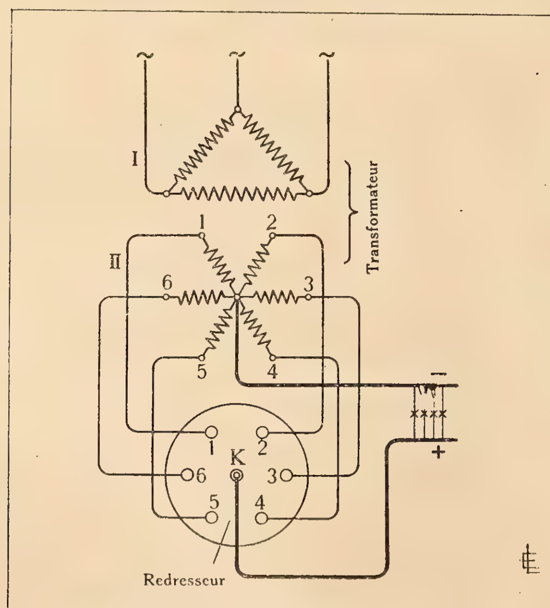


Fig. 2. — Installation en triphasé.

La relation entre le courant i_c et les courants partiels i_1, i_2, i_n, avec n comme nombre de

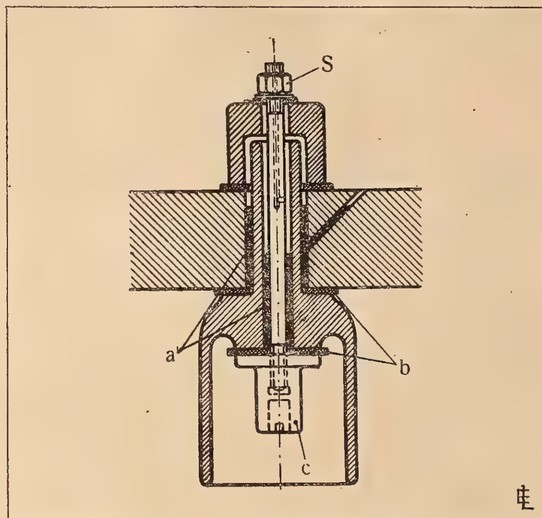


Fig. 3. — Coupe de l'anode.

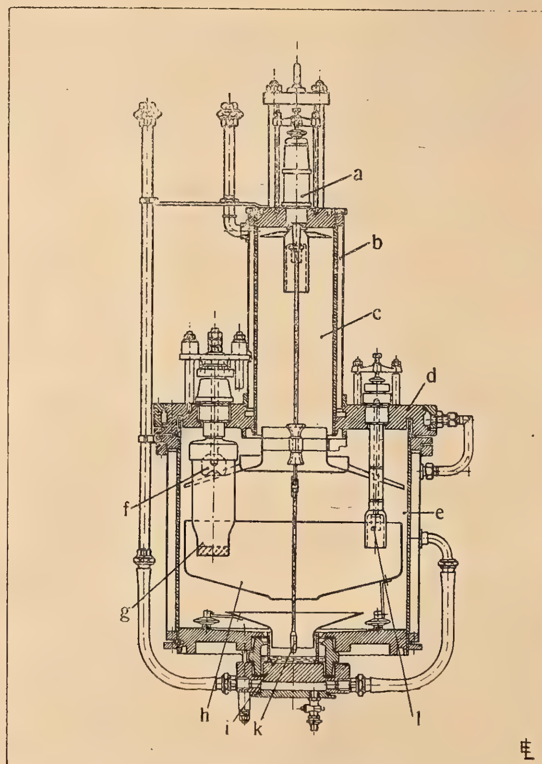


Fig. 4. — Coupe du redresseur

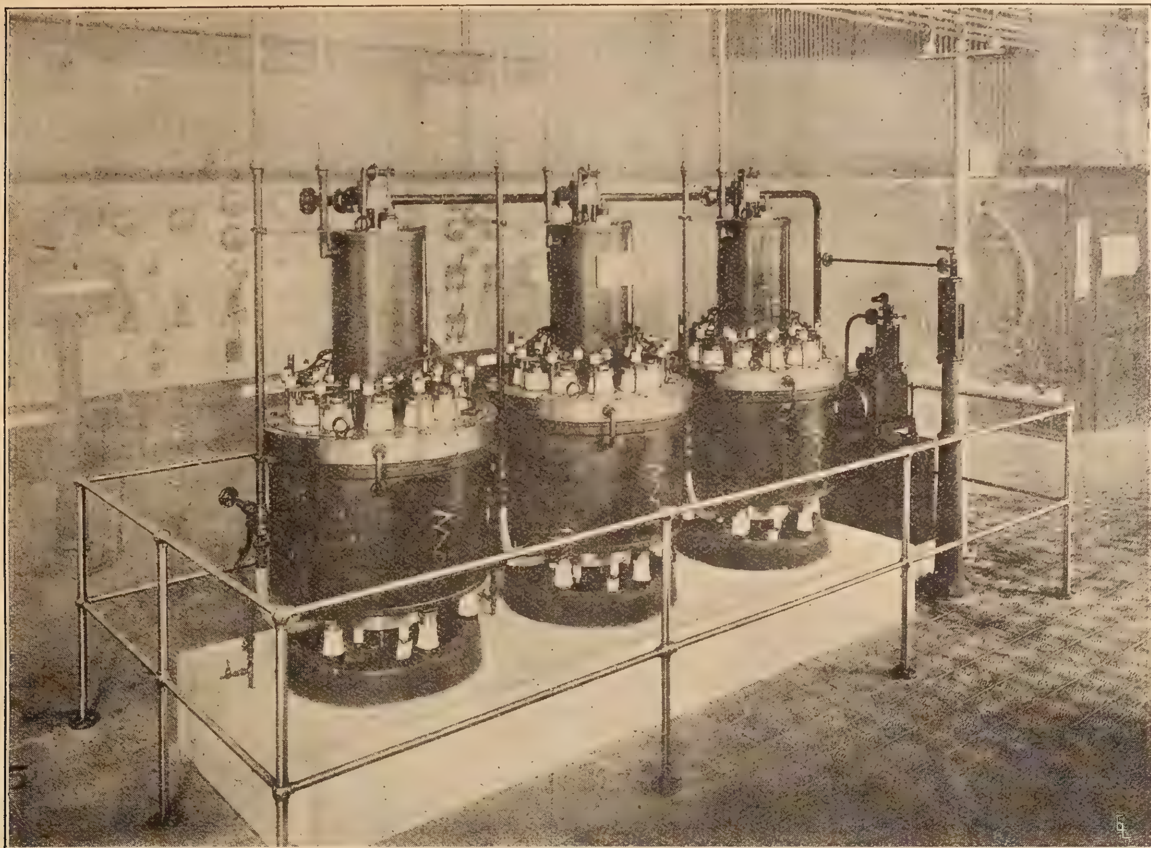


Fig. 5. — Installation de redresseur de la ville de Berne (1.350 ampères 600 volts).

phases, sera :

$$i_c = \sqrt{\frac{n}{2\pi}\int_0^{\frac{2\pi}{n}} i_1^2 da} = i\text{ eff.}\sqrt{n} \text{ ou } i\text{ eff.} = \frac{i_c}{\sqrt{n}}$$

a, pour un système hexaphasé est égal à 60 degrés.

Le courant de phase est donné par le rapport courant continu divisé par la racine carrée du nombre de phases ; si $n = 6$ on a : $\sqrt{6} = 2{,}45$ en réalité la valeur de i_c est légèrement plus faible.

La fréquence n'a aucune influence sur le rendement ou le cos φ, et n'entre en ligne de compte que pour l'établissement du transformateur d'alimentation.

Le développement du redresseur a été subordonné aux questions d'isolation pour les entrées de courant et surtout à l'étanchéité indispensable pour l'entretien du vide à l'intérieur de l'appareil.

La construction métallique des cylindres est le premier progrès qui a permis la réalisation industrielle, le joint formé par une garniture de mercure est simple et de toute sécurité. La figure 3 montre une coupe de ce joint ; les rondelles d'amiante *b* sont serrées à l'aide de l'écrou *s* afin que le mercure ne puisse s'échapper. Le cylindre convertisseur porte à sa partie inférieure la cuvette formant cathode (voir figure 4).

La plaque de recouvrement porte les anodes principales et les deux anodes d'excitation (ces deux dernières sont alimentées par un petit transformateur monophasé). A la partie supérieure, se trouve le cylindre de condensation. Le tout est entouré par une chemise en tôle dans laquelle circule l'eau de réfrigération. L'allumage se fait au moyen d'une anode mobile auxiliaire, commandée par un électro-aimant. Les anodes sont formées par un cylindre de fer de 70 à 110 millimètres de diamètre et de même hauteur.

La synchronisation n'existe pas et la mise en action du solénoïde s'obtient en pressant sur un bouton. Le débit peut varier pour les différents types de 300 à 1.000 ampères et le poids de chaque cylindre 700 à 2.000 kilogs.

L'alimentation du côté alternatif se fait au moyen de transformateurs construits spécialement, en général hexaphasés, le point neutre étant sorti. Les dernières installations sont munies de transformateurs duodécaphasés alimentant des cylindres à 12 anodes. Les transformateurs sont choisis pour 70 ou 80 % d'excès de puissance. On fait varier la tension du côté continu au moyen de prises spéciales commandées par un interrupteur à échelons.

Pour créer une chute de tension dans les circuits d'anodes en parallèle, on branche une self sur chaque anode suivant schéma (fig. 6).

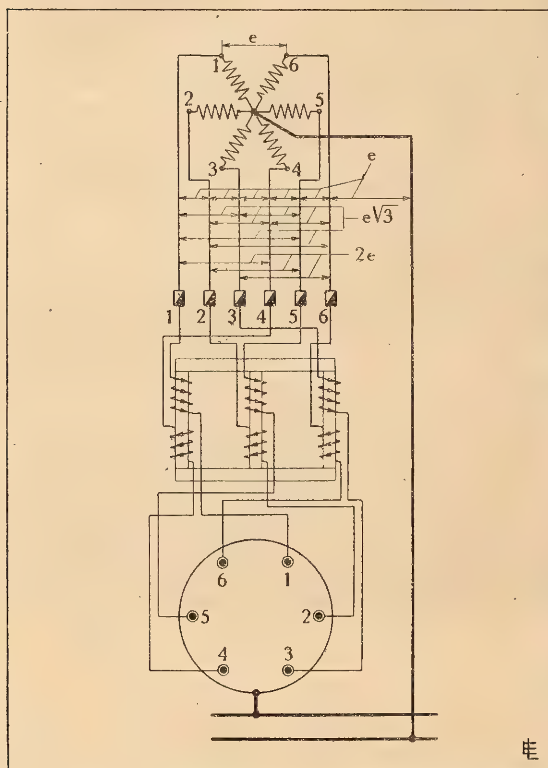


Fig. 6. — Couplage d'un redresseur monophasé avec une bobine de self.

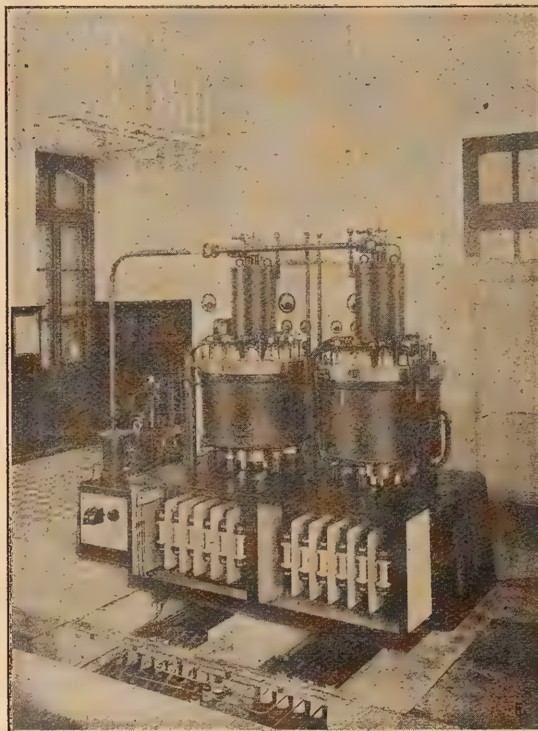


Fig. 7. — Installation deredresseurs de 900 ampères 600 volts.

On maintient à l'intérieur du cylindre une pression d'environ 0,01 mm de mercure ; l'installation comporte donc une pompe à vide qui sert à former

	Pertes en watts pour un redresseur du type G 4/6, 500 A, 600 V.	*Pertes en %.*	*Remarques.*
Redresseur	env. 10 000	3,10	= constante à toute charge.
Transformateur	— 9 000	2,80	Pour des charges partielles η diminue.
Bobines de self d'anodes	480	0,15	Les pertes diminuent approximativement proportionnellement à la charge.
Excitation par courant alternatif	600 à 300	0,09	Pertes constantes, 600 watts au début, puis 300 watts plus tard.
Pompe à vide et pompe à mercure	900	0,28	Pertes constantes jusqu'à 3 red. (Nulles quand la pompe n'est pas en service.)
Régulateur de tension pour $\varepsilon = \pm 5$ %	800	0,24	η dépend de la charge et de la position du régulateur.
Total	24 480	6,66	

η = 93,3 % pour une puissance par redresseur de 300 kilo-watts.

Fig. 8. — Installation du Locle, pour 480 kilowatts, courant continu 320 volts.

les cylindres et qui devient inutile 3 mois après la mise en service.

Une pompe auxiliaire rotative agit en connexion avec une pompe à vapeur de mercure. La pompe mécanique produit un vide de 0,02 m/m qui est porté à 0, 01 par la pompe à jet de vapeur, cette dernière évacue en même temps les gaz résiduels en suspension. Une plaque de chauffe électrique placée dans le socle vaporise le mercure qui est dirigé par un jet contre les parois d'un récipient où il se condense. Ce jet de vapeur agissant d'une façon constante aspire les gaz qui sont alors évacués par la pompe rotative. Le vide est contrôlé au moyen d'un indicateur de Léod. La réfrigération est assurée par circulation d'eau autour des cylindres, elle peut être entretenue par une petite pompe commandée électriquement. La quantité d'eau est d'environ 1 litre par 100 ampères et par minute.

La mise en service d'installations neuves exige de 5 à 10 minutes; après un certain temps, la mise en route est instantanée.

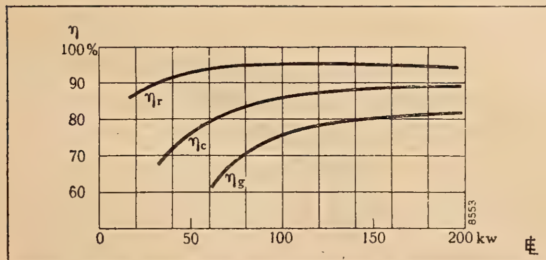


Fig 9. — Comparaison du rendement η_r d'une rdresseur (appareils auxiliaires compris) aux rendements η_c d'une commutatrice et η_g d'un groupe moteur-génératrice.

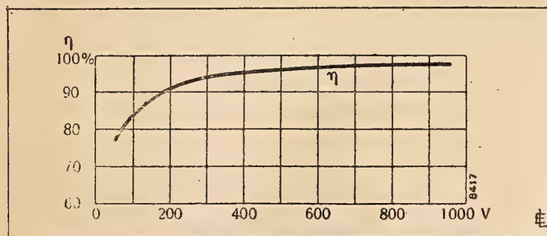


Fig. 10. — Rendement du redresseur en fonction de la tension de service.

***

La marche en parallèle de plusieurs redresseurs, ou avec des convertisseurs rotatifs n'offre aucun inconvénient. Le réglage de la tension s'obtient en agissant du côté alternatif grâce aux prises additionnelles formant auto-transformateur. Les

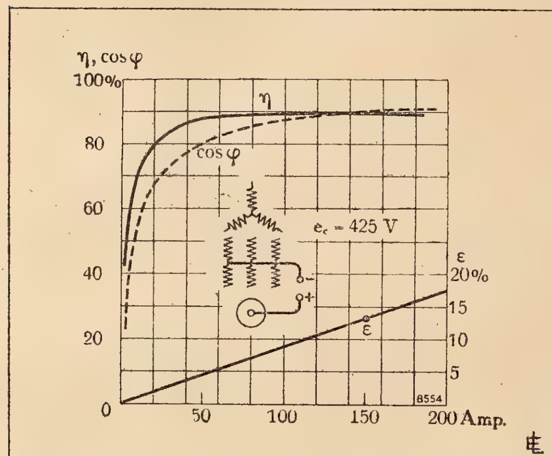


Fig. 11. — Rendement, facteur de puissance et chute de tension (ε) d'un redresseur hexaphasé, le primaire du transformateur principal étant monté en étoile.

groupes actuels supportent une surcharge de 50 à 60 % pendant quelques minutes et 100 % pendant quelques secondes. La surcharge est limitée par l'augmentation de pression à l'intérieur du cylindre et l'échauffement qui en résulte. L'entretien est nul et se borne à la surveillance du vide;

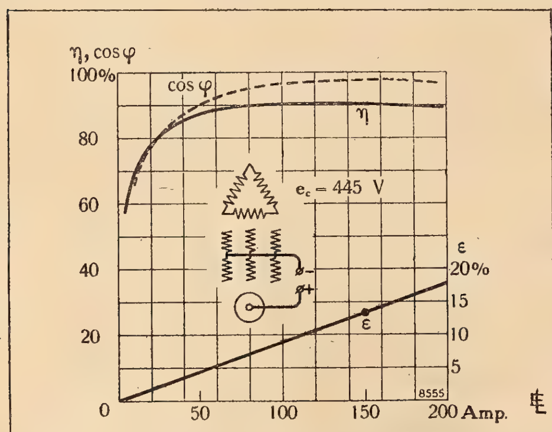


Fig. — 12. — Rendement, facteur de puissance et chute de tension (ε) d'un redresseur hexaphasé, le primaire du transformateur principal étant monté en triangle.

au début de l'installation, il est nécessaire d'actionner la pompe avant la mise en service. Les pertes dans le cylindre sont dues à la chute de tension dans l'arc, elle est constante et approximativement de 15 à 20 volts. Les pertes à pleine charge pour un débit de 500 ampères sont d'environ 10 kilowatts (non comprises les pertes dans le transformateur). Le tableau (p. 124) donne la valeur des pertes dans toute l'installation. Pour le cylindre seul, le rendement dépend de la tension côté continu et varie de 95 à 98 %. Ce rendement est sensiblement constant à toutes les charges, ce qui est une des propriétés principales du redresseur.

Le facteur de puissance d'un redresseur dépend des harmoniques d'ordre supérieur du circuit continu, on a intérêt à réduire ces harmoniques, ce qui permet d'élever le facteur de puissance du

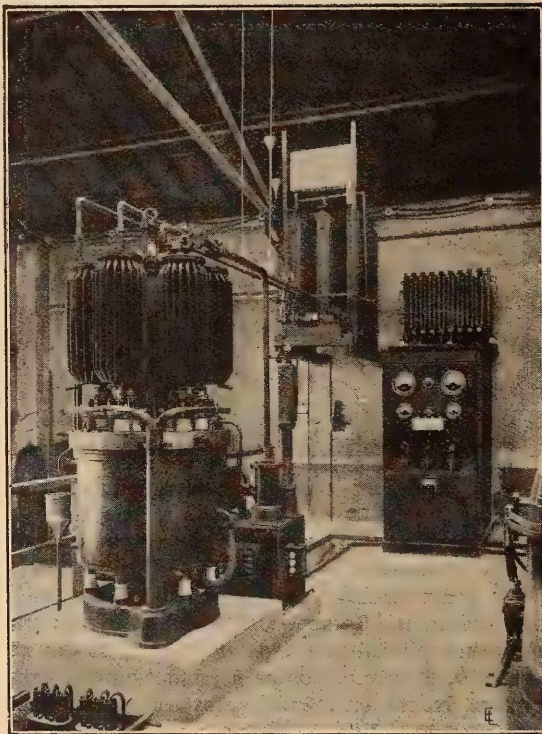


Fig. 13. — Installation de la société le Triphasé, à Asnières. Redresseur de 300 kw. transformant le courant triphasé 5.500 volts 25 pér. en courant continu 600 volts.

transformateur. On arrive à ce résultat en employant le système duodécaphasé (12 phases et 12 anodes). Les groupes redresseurs à vapeur de mercure sont déjà répandus dans l'industrie électrique, la Compagnie Electro-Mécanique, seule concessionnaire pour la France, a réalisé diverses installations dans plusieurs régions, notamment pour l'alimentation à 1500 volts continu des lignes du Chemin de Fer du Midi.

E. Vachet,
Ingénieur à la Cie Electro-Mécanique

Entretien des batteries d'accumulateurs

DES VÉHICULES ÉLECTRIQUES

Le nombre des véhicules électriques augmente considérablement non seulement à l'étranger (Angleterre et Etats-Unis surtout), mais aussi en France. D'autre part, l'éclairage et le démarrage électriques des automobiles nécessite la présence d'accumulateurs. Nous croyons donc intéressant de donner à nos lecteurs un certain nombre de conseils sur l'entretien et la conduite des batteries; auparavant nous rappellerons quelques généralités sur la constitution et le mode d'action des deux principaux types d'accumulateurs : l'accumulateur au plomb et l'accumulateur alcalin, ce dernier de plus en plus répandu sur les véhicules électriques.

I. — COMPOSITION DES BATTERIES

Le terme *batterie d'accumulateurs* s'applique à un groupe d'unités connectées ensemble et appelées *éléments*. Les parties essentielles d'un élément sont deux électrodes dissemblables immergées dans un *électrolyte*, qui est une dissolution d'acide sulfurique, par exemple, dans de l'eau pure. L'électrolyte est contenu dans un récipient appelé *bac*, constitué d'une matière isolante (verre, ébonite, gummite).

L'accumulateur transforme l'énergie chimique en énergie électrique par des réactions essentiellement réversibles, c'est-à-dire qu'il peut être chargé par un courant électrique passant dans le sens opposé à celui de la décharge.

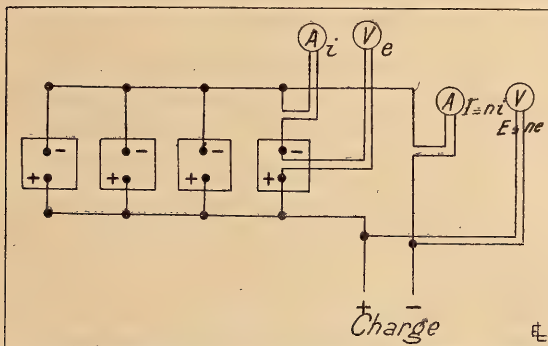


Fig. 1. — Montage en série : E = *ne*; I = *ni*; A = ampèremètre; V = voltmètre.

Le pôle positif d'un élément est celui d'où part le courant de déchargequi va traverser le circuit extérieur. Le pôle négatif est celui par où le courant revient dans l'élément.

Le voltage en circuit ouvert d'un élément dépend entièrement de sa composition chimique et non du nombre ou de la dimension des plaques constituant les électrodes. Il varie avec la densité de l'électrolyte, la température et quelques autres facteurs moins importants. Le voltage d'une batterie ou groupement d'un certain nombre d'éléments associés en tension est celui d'un élément multiplié par le nombre d'éléments.

La capacité d'un élément pour un type de plaque donné est proportionnelle à la superficie de la plaque. On la donne généralement en ampères-heure, pour une température donnée et un certain régime de décharge en ampères.

La capacité d'une batterie en ampères-heure est la même que celle d'un seul élément, à moins que les éléments ne soient associés en parallèle, auquel cas la capacité sera celle d'un seul élément multiplié par le nombre d'éléments en parallèle.

On peut donc obtenir (fig. 1 à 3) le voltage et la capacité que l'on veut au moyen de groupements appropriés (en séries parallèles ou mixtes, plusieurs groupes en tension étant réunis en quantité).

La capacité des batteries en service sur les camions ou sur les tracteurs varie de 200 à 300 ampères-heure.

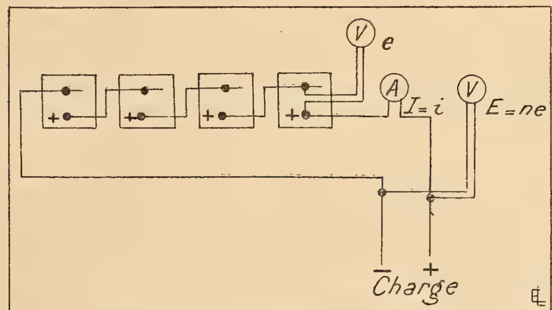


Fig. 2. — Montage en quantité : I = *ni*; E = *ne*; A = ampèremètre; V = voltmètre.

Il y a deux types généraux d'accumulateurs : le type au plomb et le type alcalin ou nickel-fer. Dans le premier les plaques sont en plomb et sont immergées dans de l'acide sulfurique. Le bac est en verre (jamais employé pour les véhicules) ou en ébonite, quelquefois en bois doublé de plomb. Dans le second les plaques sont en acier avec des poches pour la matière active et sont immergées dans une solution de potasse ou de soude contenue dans un bac en acier; la matière active est faite d'oxydes de nickel et de fer.

II. — ACCUMULATEURS AU PLOMB

Plaques. — Il y a deux principaux types de plaques en usage : la plaque Planté et la plaque Faure ou à oxydes rapportés.

La plaque Planté consiste en une grille en plomb dont la matière active était autrefois obtenue électrochimiquement par une série de charges et de décharges successives, mais ce procédé était long et coûteux. Actuellement, on emploie un procédé accélérant la formation, mais d'une façon générale les plaques en plomb de formation Planté, encore récemment employées pour les positives Fulmen et Tudor, sont abandonnées par les constructeurs tant pour leurs positives que pour leurs négatives.

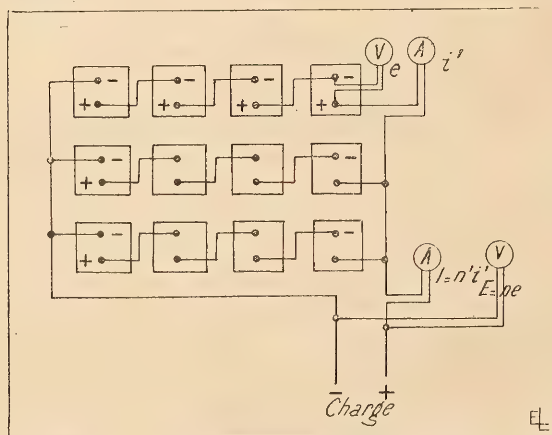


Fig. 3. — Montage en séries-parallèles, ou mixte.

Les plaques à oxydes rapportés sont constituées par une armature ou grille en plomb antimoniée (fig. 2) formant des augets dans lesquels sont introduites les pastilles de matière active.

La matière active est composée de minium ($Pb^3 O^4$) (positive) ou de litharge (Pb O) (négative) délayés dans de l'acide sulfurique.

Il existe différents types de plaques à oxydes rapportés, nous ne les décrirons pas ici.

Les plaques employées pour les batteries des véhicules sont exclusivement de ce dernier type.

Séparateurs. — Pour empêcher que les plaques ne se touchent, on place entre elles des séparateurs constitués par des plaques minces perforées en ébonite ou en bois. Dans les batteries des tracteurs on emploie en général de minces feuilles de caoutchouc durci perforé, pour écarter les séparateurs en bois des plaques positives. Un constructeur anglais d'équipement électrique pour le démarrage et l'éclairage des automobiles emploie un séparateur spécial : il consiste en une plaque de substance caoutchouteuse traversée par un grand nombre de fils de coton transversaux.

Bacs. — Les bacs sont soit en verre (impossible à employer sur des véhicules), soit en ébonite, soit en gummite.

Le fond des bacs porte des nervures sur lesquelles reposent les blocs de plaques.

Le couvercle qui les ferme est fait de la même matière que les bacs. Il est percé au centre d'une ouverture circulaire dans laquelle s'engage un bouchon cylindrique, creux et percé de fenêtres pour assurer la bonne aération de l'élément et permettre la surveillance.

III. — ACCUMULATEURS ALCALINS

Plaques. — Les plaques positives consistent en tubes en acier perforé montés sur des grilles en acier. La matière active, peroxyde de nickel, est enfoncée dans ces tubes et alterne avec des couches de nickel.

Les plaques négatives consistent en minces poches rectangulaires d'acier perforé montées sur des grilles en acier. La matière active, oxyde de fer et fer, est contenue dans les poches. Les grilles, les tubes et les poches sont nickelées.

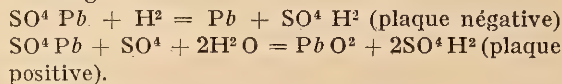
Bac. — Le bac est un récipient en tôle d'acier laminée à froid et nickelée. Le couvercle est fait de la même matière; il est percé d'un bouehon. Toutes les coutures, y compris celles entre le couvercle et le bac, sont soudées.

IV. — RÉACTION CHIMIQUES

I. — Accumulateurs au plomb.

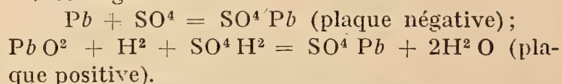
a) *Réactions chimiques.* — Les réactions chimiques sont représentées d'une façon simple par les équations suivantes :

Charge :



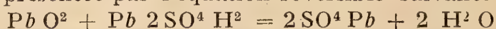
$SO^4\,Pb + H^2 = Pb + SO^4\,H^2$ (plaque négative)
$SO^4\,Pb + SO^4 + 2H^2\,O = Pb\,O^2 + 2SO^4\,H^2$ (plaque positive).

Décharge :



$Pb + SO^4 = SO^4\,Pb$ (plaque négative) ;
$Pb\,O^2 + H^2 + SO^4\,H^2 = SO^4\,Pb + 2H^2\,O$ (plaque positive).

La combinaison de ces quatre équations est représentée par l'équation réversible suivante :



$Pb\,O^2 + Pb\;2\,SO^4\,H^2 = 2\,SO^4\,Pb + 2\;H^2\,O$

S'il y a des impuretés dans les plaques ou dans l'électrolyte, les réactions ci-dessus peuvent varier.

La matière active de la plaque positive après formation est couleur brun sombre, celle de la plaque négative est couleur gris ardoise.

b) Voltage. — Le voltage en circuit ouvert varie entre 2,06 et 2,14 volts par élément, suivant la densité de l'électrolyte, la température et l'âge de l'élément. Il est indépendant de la dimension de l'élément. La valeur du voltage final en circuit

Fig. 4. — *Accumulateur au plomb.* — 12 éléments d'environ 225 ampères-heure à un régime de décharge en 5 heures. Décharge à 45 ampères jusqu'à 1 v., 63 par élément, suivie d'une charge à intensité constante à 43 et 18 ampères.

fermé à la fin de la décharge varie suivant la rapidité de la décharge.

c) Courbes. — La figure 4 donne un ensemble de courbes établies pour une décharge normale de cinq heures avec charge à intensité constante (1).

La figure 5 donne des courbes similaires mais avec charge à potentiel constant.

d) Résistance intérieure. — La résistance intérieure reste à peu près constante à la décharge, sauf s'il y a sulfatation des électrodes, les sulfates étant plus résistants que le plomb et les oxydes.

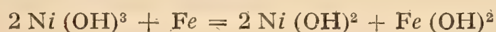
A la charge, elle ne reste à peu près constante que tant qu'il n'y a pas production énergique de gaz. La résistance augmente avec le temps de la charge.

Nous étudierons d'ailleurs cette question un peu plus loin.

(1) Ces courbes sont extraites d'une circulaire du Bureau des Standards des Etats-Unis, établie avec la collaboration des services de construction de l'armée.

II. — Accumulateurs alcalins.

a) *Réactions chimiques.* — Les réactions chimiques exactes qui ont lieu ne sont pas connues. Allemand donne l'équation :



$$2\,Ni\,(OH)^3 + Fe = 2\,Ni\,(OH)^2 + Fe\,(OH)^2$$

Cette équation lue de gauche à droite, représente la décharge ; lue de droite à gauche elle représente la charge.

L'électrolyte ne change pas de composition chimique ni de densité pendant la charge ou la décharge, car les réactions aux électrodes consistent en une oxydation et une réduction des matières actives en quantités équivalentes. On ne peut donc obtenir aucune indication de l'état de la charge par les lectures de densité, comme dans le cas de l'accumulateur au plomb.

b) *Voltage.* — Le voltage en circuit ouvert varie de 1,45 à 1,52 volts par élément, suivant la température de l'électrolyte et la vitesse de la

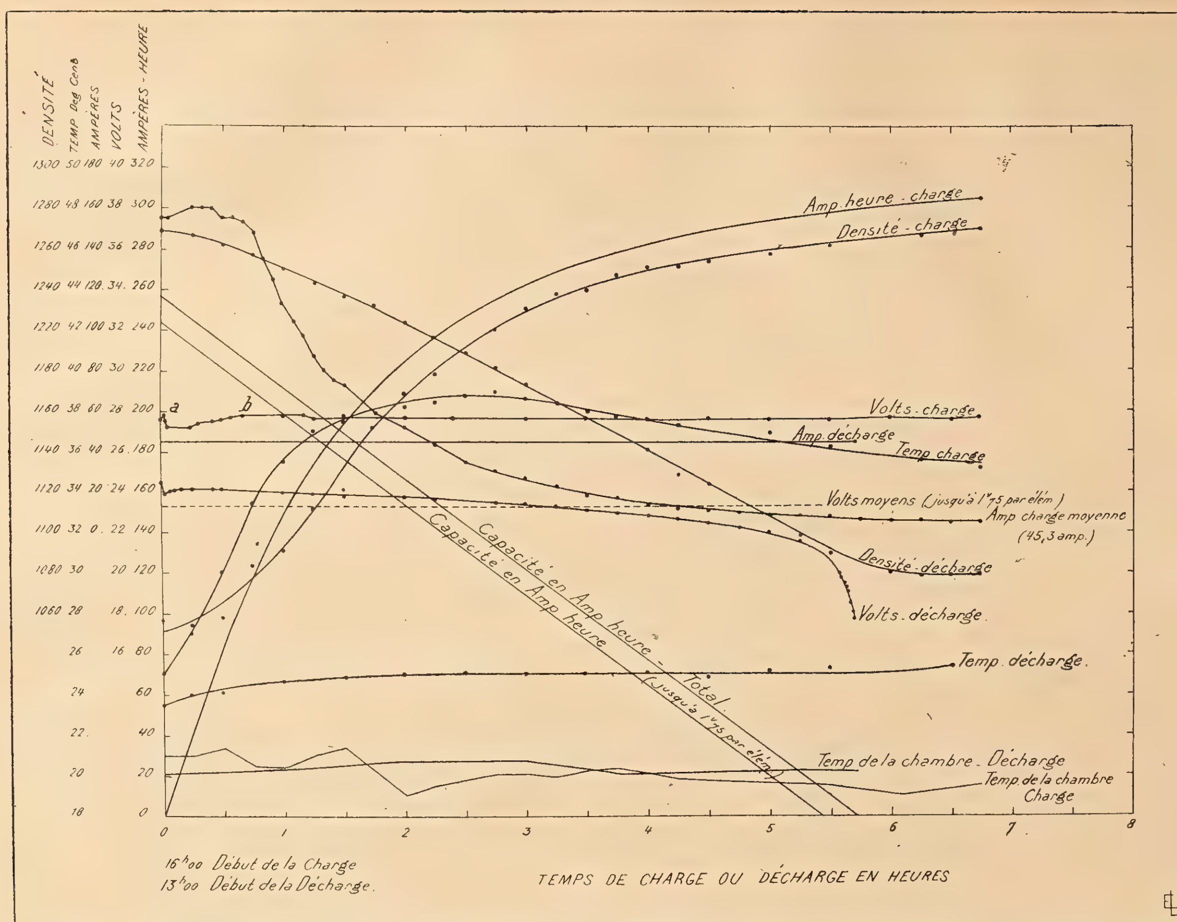


Fig. 5. — *Accumulateur au plomb.* — 12 éléments d'environ 225 ampères-heure à un régime de décharge de 5 heures. Décharge à 45 ampères jusqu'à 1 v., 8 par élément. — Charge à potentiel constant. La chute de voltage entre *a* et *b* est due à la capacité insuffisante du matériel de charge. Début de la charge à 16 heures, début de la décharge à 13 heures le jour suivant.

charge. Il est indépendant de la dimension de l'élément. Le voltage final à la fin de la décharge varie suivant la vitesse de la décharge.

c) *Courbes.* — La figure 6 donne les principales caractéristiques aux vitesses normales de décharge avec charge à intensité constante.

La figure 7 donne les mêmes courbes mais avec charge à potentiel constant.

Les résultats que l'on obtient dépendent quelque peu du nombre de charges et de décharges successives que l'on a fait subir à la batterie. On constate un accroissement de capacité avec l'augmentation du nombre de charges quand la batterie est neuve. Les courbes que nous donnons ont été obtenues avec une batterie ayant subi dix-huit charges et décharges.

Il faut s'attendre à des variations considérables dans les caractéristiques des batteries d'accumulateurs alcalins construites actuellement, les conditions actuelles rendant impossible d'obtenir des matériaux d'aussi bonne qualité qu'avant.

Nous ne donnons pas sur ces courbes la densité de l'électrolyte puisqu'elle ne varie pas pendant la charge ou la décharge.

V. — CAPACITÉ.

La capacité d'un élément est exprimée de deux façons : *a*) en ampères-heure, *b*) en kilowatts-heure. La capacité en ampère-heures est la quantité d'électricité qu'il peut fournir par sa décharge complète à ce régime. Elle varie avec le nombre, l'épaisseur et la surface des plaques, et pour un même élément avec le régime de décharge adopté. Si le débit est normal (1 ampère par kilogramme de plaque) on arrête la décharge lorsque l'élément a atteint 1v.,8. Avec une décharge à intensité maximum (régime de décharge en une heure), la capacité est à peu près la moitié de celle à intensité normale.

L'accumulateur au plomb et l'accumulateur alcalin perdent un peu de leur capacité quand ils ne travaillent pas.

Dans les batteries au plomb les pores des plaques

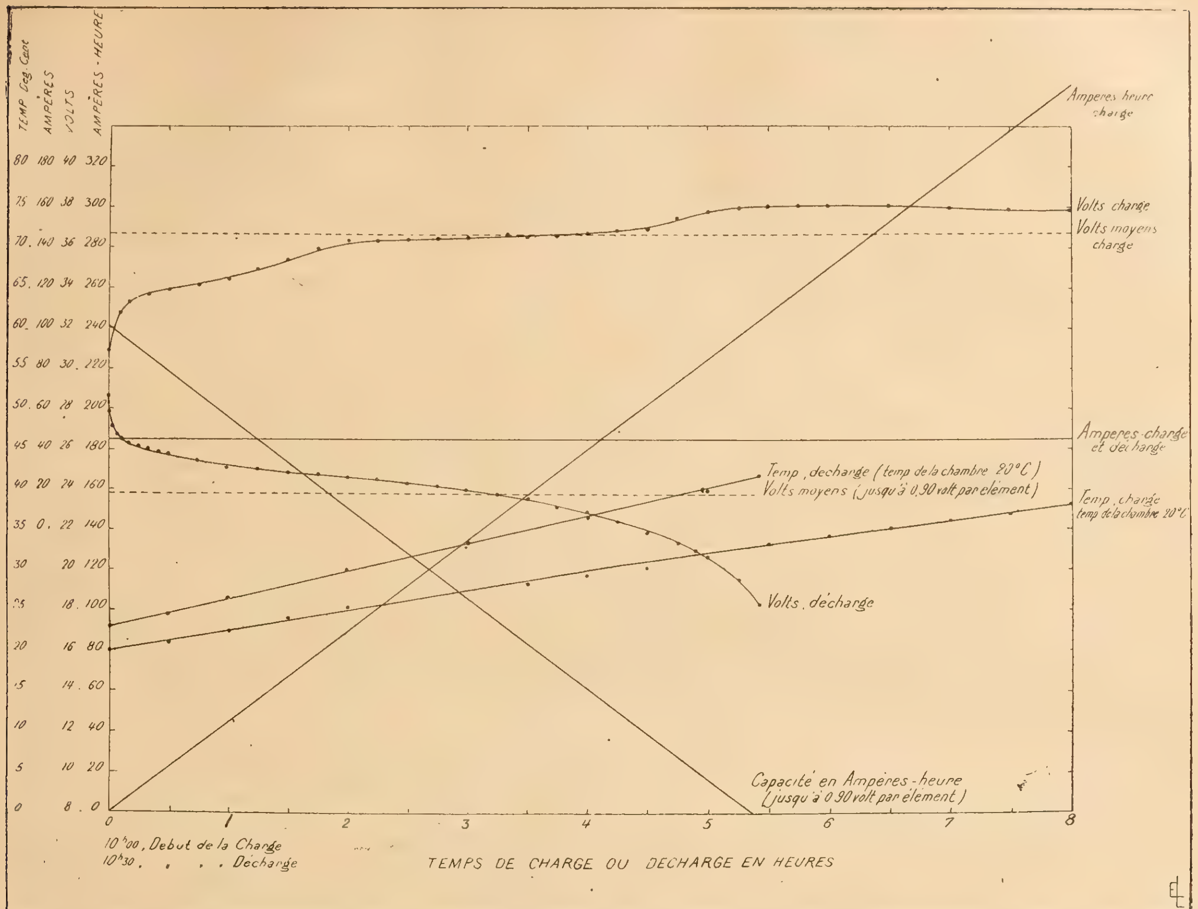


Fig. 6. — *Accumulateur alcalin.* — 21 éléments d'environ 225 ampères-heure, régime de décharge en 5 heures. — Type Edison A-6. Décharge continue à 45 ampères, succédant à une charge à 45 ampères pendant 8 heures. — Electrolyte à potasse de densité 1,200.

sont obstrués graduellement par des cristaux de sulfate qu'il faut enlever par plusieurs charges et décharges successives. Dans les batteries nickel-fer une lente oxydation du fer se produit, plus difficile à éliminer par la charge suivante que l'oxyde formé par la décharge de l'élément. Il en résulte une perte temporaire de capacité nécessitant plusieurs charges et décharges successives. Une batterie nickel-fer qui n'a pas travaillé pendant deux mois doit subir le traitement suivant : décharge à régime normal dans une résistance convenable, jusqu'à un voltage aussi faible que possible, zéro de préférence, puis court-circuit pendant au moins cinq heures ; charge au régime normal pendant quinze heures au moins et nouvelle décharge au régime normal jusqu'à un voltage aussi bas que possible ; charge au régime normal pendant douze heures au moins et mise en service.

Les batteries des deux types présentent également une perte temporaire de capacité aux basses températures. — Pour les batteries au plomb cette perte est sensiblement uniforme entre 0° et 20° et s'élève à 13 % pour chaque 10°, lorsque la batterie est déchargée au régime normal. La correction doit être légèrement augmentée pour les régimes plus élevés. Au-dessus de 20° la correction est un peu inférieure. Pour les accumulateurs alcalins le phénomène est un peu différent. Ils ont une température critique qui varie avec le régime de décharge et au-dessous de laquelle la capacité est très faible. Au-dessus de cette température critique, il est pratiquement possible d'obtenir la pleine capacité de la batterie. On a assez peu de renseignements à ce sujet ; des expériences ont été faites cependant en Amérique avec une batterie type A-6 dont le régime normal de décharge était 45 ampères pendant cinq heures ; pour ce régime normal la température critique semble avoir été dans le voisinage de 5° C ; pour des régimes plus élevés, la température critique était supérieure à ce chiffre pour des régimes plus faibles elle était inférieure à 5°.

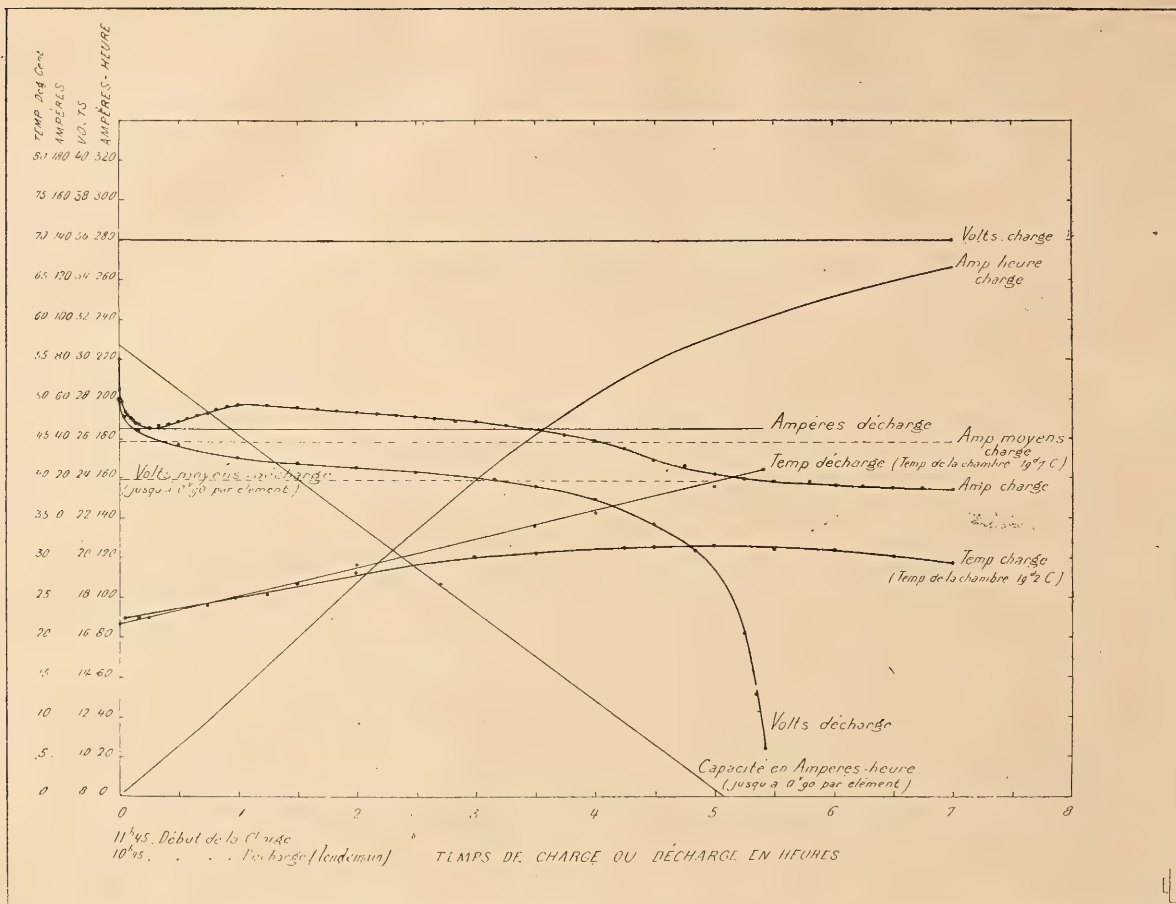


Fig. 7. — *Accumulateur au Nickel.* — 21 éléments d'environ 225 ampères-heure de capacité à un régime de décharge en 5 heures. — Type Edison A-6. Charge continue à 45 ampères, succédant à une charge à 1 v., 71 par élément, constante pendant 7 heures. Electrolyte à la potasse, densité 1,200.

La capacité en ampères-heure d'une batterie d'un certain nombre d'éléments en série est celle d'un seul élément,

La capacité en kilowatts-heure d'un seul élément est égale au produit de sa capacité en ampères-heure et de son voltage moyen pendant la décharge divisé par 1000.

Pour comparer les divers types d'accumulateurs entre eux on exprime aussi la capacité en A H par kilo de plaque (15 A H par exemple par kilo de plaque au régime normal d'un ampère par kilo).

Les constructeurs donnent souvent en abaque les capacités en fonction des régimes de décharge, des voltages des éléments ou des durées de décharge.

Les éléments à plaques minces ont des capacités supérieures à celles des éléments à plaques d'épaisseur moyenne, mais leur vie est plus courte. Cependant leur durée dépend davantage de la qualité des matières employées pour leur construction et des méthodes de charge, que de leur épaisseur.

Quand les décharges sont faites à de hauts régimes, la matière active prenant part aux réactions reste près de la surface ou à la surface même. Aux régimes normaux ou inférieurs il y a diffusion de l'electrolyte dans les pores de la matière active ; à ces régimes les plaques épaisses ont donc plus de capacité par plaque que les plaques minces de même surface.

Une relation empirique établie par M. Penkert, après de nombreuses expériences, relie le régime de décharge en ampères et le temps t en heures :

$$I^n \times t = \text{constante}$$

Si donc l'on a deux expériences, l'une à intensité i pendant un temps t, l'autre à intensité i' pendant un temps t', on en déduira que :

$$I^n \times t = I'^n \times t'$$

d'où l'on tirera l'exposant n en prenant les logarithmes des deux membres. On en déduira la durée t'' d'une décharge à intensité i'' avec une approximation suffisante.

VI. — VOLTAGE OU DIFFÉRENCE DE POTENTIEL

Le voltage en circuit fermé varie pendant la charge ou la décharge dans le même sens que la force électromotrice ou voltage en circuit ouvert. C'est cette première caractéristique que l'on utilise presque uniquement puisque les relevés sur les éléments se font pendant la charge ou pendant la décharge, c'est-à-dire en circuit fermé.

A la charge elle est plus forte que la force électromotrice, à la décharge elle est plus faible.

Si l'on charge l'élément à intensité constante, on voit la différence de potentiel monter rapidement à 2 v., 1, puis lentement jusqu'à 2 v., 2 pendant les 2/3 de la charge, enfin plus vite jusqu'à 2 v., 5 ou 2 v., 6 où elle reste constante pendant une demi-heure ou trois quarts d'heure pour redescendre ensuite légèrement. Bien entendu ces chiffres varient avec l'intensité adoptée.

On dit en général que l'élément est chargé lorsque la différence de potentiel est constante depuis deux heures, aux environs de 2 v., 5.

En circuit ouvert, dès que l'élément est au repos, la différence de potentiel tombe à 2 volts environ.

VII. — RÉSISTANCE DE LA BATTERIE ET SA RELATION AVEC LE CIRCUIT EXTÉRIEUR

La résistance intérieure d'un élément est très faible et peut même dans certains cas être négligée entièrement. Quand il faut de grandes intensités, cependant, par exemple quand un tracteur commence à démarrer avec une lourde charge, ou à la montée d'une côte très dure, la résistance de la batterie et des connexions entre éléments prend de l'importance.

La loi d'Ohm nous donne la relation :

$$I = \frac{E}{R + r}$$

où R est la résistance du circuit extérieur, r la résistance intérieure de l'élément, E la force électromotrice de l'élément (ou voltage en circuit ouvert).

Bien qu'il y ait un changement considérable de densité dans l'électrolyte des accumulateurs au plomb, la variation de conductivité de l'électrolyte est faible. Le changement de résistance qui se produit dans l'accumulateur au plomb s'explique surtout par l'action du sulfate de plomb. Pendant la décharge, les particules de plomb et de peroxyde se couvrent plus ou moins d'une couche non conductrice de sulfate de plomb qui est réduite lors de la charge suivante. Si l'on permet à cette couche de sulfate de se durcir et d'épaissir, la résistance intérieure de l'élément peut atteindre une grande valeur.

La valeur de la résistance intérieure des accumulateurs varie avec les dimensions et le type. Les accumulateurs au plomb employés dans les tracteurs (c'est-à-dire d'environ 225 ampères-heure), ont une résistance d'environ 0,001 ohm par élément en fin de charge. Les éléments Edison de taille équivalente (A-6) ont une résistance d'environ 0 ohm 002 à fin de charge.

VIII. — SULFATATION DES BATTERIES AU PLOMB

Quand une batterie se décharge, il se forme du sulfate de plomb (SO^4Pb) sur les plaques positives et négatives. Après une décharge normale, le sulfate est de nature cristalline et est facilement réduit par le courant de charge. Si la batterie reste déchargée, l'état cristallin du sulfate se modifie graduellement ; celui-ci remplit les pores des plaques et rend la matière active épaisse et dure.

Les diverses causes qui agissent pour sulfater les plaques d'un accumulateur, sont :

1° La présence d'impuretés dans l'électrolyte : fer, arsenic, antimoine, argent, zinc, corps conducteurs qui font décharger plus ou moins vite les éléments en circuit ouvert et qui favorisent la formation de sulfates de plomb irréductibles ; un corps étranger tombé entre les plaques peut provoquer la sulfatation de l'élément ;

2° Repos trop prolongé des élements ;

3° Charges incomplètes suivies de décharges trop poussées ;

4° Niveau trop bas de l'électrolyte dans le bac ; le haut des plaques se sulfate très rapidement sous l'effet de l'oxygène de l'air ; il en serait de même si on laissait les plaques trop longtemps à l'air sans prendre de précautions.

On reconnait la sulfatation d'un accumulateur aux signes suivants :

1° Sa densité est sensiblement plus faible que la moyenne des densités de la batterie ;

2° Son voltage est plus fort à la charge et plus faible à la décharge que celui des autres éléments (augmentation de la résistance intérieure due aux sulfates) ;

3° Augmentation de la température de l'élément, en charge comme en décharge ;

4° Avec une sulfatation grave, les plaques négatives ont un aspect blanchâtre très caractéristique, et les pastilles de matière active deviennent sèches et dures : on ne les traverse plus avec une épingle comme un élément normal ;

5° Perte de capacité qui ne doit pas être confondue avec la perte normale de capacité due à l'âge de la batterie.

(A suivre) G. MALGORN.

EXTRAITS — COMPTE-RENDUS

Evaluation de l'économie réalisable

PAR LES

appareils de Chauffage électrique à accumulation.

DISCUSSION DES RÉSULTATS, CONSOMMATION ET SERVICE RENDU

Avec le système préconisé, nous avons admis un rendement de réseau de 0,80. Or, les pertes dues à la marche à vide des transformateurs qui représentent aujourd'hui environ 5 % de la production totale auront été supprimées. Pour une production double, la constance des pertes dans le fer amène une amélioration de rendement de 2,5 centièmes.

L'amélioration due au cos φ est également importante. Aujourd'hui le cos φ varie de 0,74 à 0,90 valeur moyenne 0,82. Dans le deuxième cas la moitié de la production sera consommée avec un cos φ égal à 1. Les cos φ général sera donc au moins de 0,94. C'est une diminution de 14 % sur l'intensité nécessaire; les pertes relatives dans le cuivre seront donc réduites de plus de 25 % et comme elles représentent environ 4 % du total de la production, le rendement croît de 1 centième.

On obtient ainsi un accroissement total de 3,5 centièmes pour le rendement du réseau. Si le rendement du réseau avec le système préconisé est pris égal à 0,80, le rendement actuel doit donc être pris égal à 0,755 et par suite les 600.000 kilowatts-heure produits actuellement correspondent à 459.000 kilowatts-heure vendus tant pour la lumière que pour la force motrice.

Sur ce nombre, la lumière représente au maximum de 29.000 à 30.000 kilowatts-heure.

Avec le système préconisé, la vente représentera donc : 1.210.000 × 0,80 = 968.000 kilowatts-heure sur lesquels nous devons attribuer comme aujourd'hui :

430.000	à la force.
29.000	à la lumière et le reste, soit
480.000	au chauffage électrique.
Total.........939.000	kilowatts-heure.

Reste un excédent disponible de 29.000 kilowatts-heure.

Ce sont ces 29.000 kilowatts-heure que nous payons par un supplément de consommation de 166 tonnes de charbon.

(Remarquons d'abord que ces 166 tonnes sont pratiquement égales à la quantité de charbon gaspillée aujourd'hui à la Centrale (170 tonnes) et qu'il est difficile de comprendre qu'on puisse s'émouvoir plus de la première consommation qui amène au moins un avantage de production qu'on n'a songé à le faire jusqu'aujourd'hui de la seconde qui n'est qu'une perte sèche).

Mais de plus, en raisonnant pour plus de clarté sur les prix d'avant-guerre, rappelons que 1 kilowatt-heure lumière valait 0,30, qu'une tonne de charbon variait de 20 francs à la Centrale, à 90 francs sur les grilles des chaudières à chauffage central, soit un prix moyen de 50-55 fr. Or, ces 166 tonnes valent environ 9.000 francs, et les 29.000 kilowatts-heure supplémentaires disponibles *valent eux aussi précisément* 9.000 *francs*, si comme il est le plus naturel, ils sont attribués à la lumière, c'est-à-dire à l'usage qui leur accorde la plus grande valeur.

La collectivité retrouve donc exactement, *en service rendu*, l'équivalent de son supplément de consommation de combustible, sous forme de doublement de l'énergie disponible pour l'éclairage.

DÉPENSES CORRESPONDANTES

Mais il faut tenir compte de la dépense qui va incomber à la collectivité. Or, nous allons montrer d'abord que le prix de vente moyen du kilowatt-heure devra être réduit dans la proportion d'au moins 40 %.

En effet, dans une Centrale telle que celle étudiée, le charbon représente généralement 40 % du prix de revient aux barres de départ, aux conditions d'avant-guerre.

Les autres frais de production (intérêts, amortissements, frais généraux d'usine, etc... compris) représentent les 60 % restants. Si la production est doublée, ils devront être majorés de la main-d'œuvre supplémentaire ce qui est peu de chose, et comporter un supplément d'amortissement notamment pour les chaudières. Nous évaluerons globalement le supplément de frais à 20 %.

On peut alors dresser le tableau comparatif suivant du prix de revient total aux barres, où, pour plus de clarté, nous avons évalué tous les frais en charbon équivalent (nous avons même négligé l'influence heureuse de l'amélioration du cos φ).

	K. W. K. produits.	*Tonnage brulé.*	*Autres frais.*	*Totaux.*
Système actuel..	600.000	652	975	1.627
Système proposé.	1.210.000	968	1.170	2.138

Le prix de revient unitaire aux barres se réduit donc de 35 %.

Passons maintenant à la distribution et continuons à évaluer les frais en charbon équivalent. Le doublement de l'énergie débitée par jour n'entraîne d'ailleurs aucune charge supplémentaire de distribution.

Les charges de distribution (amortissement, intérêts, entretien et tous frais généraux) dans un réseau souterrain jusqu'aux branchements, représentent au moins 80 % du coût de production actuel. Elles seront donc représentées par la valeur environ 1.310. On obtient alors le tableau suivant :

	Frais de distribution totaux	*Frais totaux*	*KWH vendus*	*Frais / KWH vendu (en tonnes de charbon).*
Système actuel ...	1.310	1627 + 1310 = 2937	459.000	0.00638
Système préconisé .	1.310	2138 + 1310 = 3448	968.000	0.00356

Par kilowatt-heure vendu, le prix de revient total est donc réduit de :

$$\frac{638 - 356}{638} = 44\ \%.$$

Ce n'est donc plus seulement l'équivalent en service rendu de la consommation supplémentaire de combustible que nous obtenons sous forme de lumière disponible, mais de plus une réduction du *tarif moyen* d'environ 44 %.

En supposant que (toujours avant-guerre) le tarif moyen force motrice soit de l'ordre de 13 centimes, que le tarif lumière soit le tarif maximum de 0,30 et que le charbon domestique vaille comme ci-dessus 55 francs, en moyenne, les comptes de la collectivité dans les deux cas, se présentent comme suit :

Aujourd'hui :

430.000 kilowatts-heure force	430.000 × 0,13 =	56.000 francs.
29.000 kilowatts-heure, lumière	29.000 × 0,30 =	8.700 francs.
150 tonnes charbon de chauffage	150 × 55 =	8.250 francs.
Total		72.950 francs.

Le tarif moyen résultant $= \frac{64.700}{459.000} = 0,141.$

(Cette valeur correspondant bien au prix de revient moyen qui, avec du charbon centrale à 20 francs est égal à $0,00638 \times 20 = 0,128$.)

Le nouveau tarif devra être alors $0,56 \times 0,141 = 0$ fr. 079.

Le système proposé donne alors :

430.000 H. W. H. force.....	
58.000 — lumière..	968.000 × 0,079 = 76.500 fr.
480.000 — chauffage	

Ce total permet de fixer les nouveaux tarifs moyens (sur les bases d'avant-guerre) comme suit : Force, 0,09 ; lumière, 0,16 ; chauffage, par accumulation, 0,06.

CONCLUSIONS

La substitution du chauffage électrique au chauffage au charbon, *avec en plus* le doublement de la fourniture actuelle de lumière électrique, aboutissent pour la collectivité à une dépense supplémentaire de *moins de* 5 % de la dépense totale actuelle. Ce résultat varie d'ailleurs extrêmement peu, même pour une grande variation du tarif moyen supposé ci-dessus.

C'est en regard de ce 5 % que nous devons aligner encore tous les autres avantages du chauffage électrique dont je me suis bien gardé de dire un mot au cours de cette démonstration pour la rendre plus rigoureuse car ils peuvent difficilement être réduits en chiffres, leur valeur étant essentiellement affaire d'appréciation personnelle.

Mais ils sont loin d'être négligeables. Citons la commodité propreté, facilité d'allumage et d'extinctioni nstantanée et même automatique (ce qui nous permet de dire que 35 % supposés pour le rendement moyen des petits appareils de chauffage actuel sont un chiffre exagéré, car la mise à feu et l'extinction coûtent en général 20 % de pertes à elles seules), la suppression des transports en ville d'où libération de terrains, matériel, main-d'œuvre, qui pourront trouver ailleurs un emploi bien plus profitable, etc...

Il n'y a pas besoin d'insister. Tout cela vaut bien un supplément de prix que, — n'oublions rien, — les charges d'appareils de contrôle, etc... porteront à 10 % au grand maximum.

Voici pour le présent.

Mais cet exposé a surtout pour but d'attirer l'attention sur ce qu'il serait possible d'obtenir des nouvelles supercentrales à construire.

Nous avons admis que le kilowatt-heure produit dans les Centrales modernes exigerait encore 800 grammes de charbon dans les meilleures conditions de charge. Or la statistique que nous examinons montre qu'à la pointe de 17 h. 30 le kilowatt-heure revenait à 636 grammes de charbon et même moins, car en réalité la chaudière n° 39 n'a été ajoutée qu'une fois l'extrême pointe passée. La consommation minima par kilowatt-heure a donc été rigoureusement de :

$$\frac{1.166 \times 32}{60.800} = 0 \text{ k. } 610 \text{ aux alternateurs.}$$

On peut donc espérer que dans les supercentrales modernes équipées en vue de charges considérables et constantes à très bon cos, le kilowatt-heure moyen produit n'exigera pas plus de 660 grammes (de 620 — à 700) aux barres de départ :

Adoptons ce chiffre : on vérifie que la nouvelle consommation est égale à la consommation totale actuelle : 802 tonnes.

Mais de plus, on vérifie que *les tarifs peuvent alors être abaissés de* 47 % au lieu de 44 % et alors la nouvelle dépense totale qui valait avec le calcul précédent 76.500 francs est ramenée à 73.000 francs, c'est-à-dire que la dépense supplémentaire est nulle.

Donc finalement :

Aussi bien en considérant la *consommation* brute de combustible que les *dépenses* en numéraire des particuliers, l'application du procédé n'entraîne identiquement aucun supplément : le *doublement de l'éclairage et la jouissance de tous les avantages inhérents au chauffage électrique deviennent absolument gratuits.*

L'application possible de ce procédé ne saurait donc laisser indifférents aussi bien les pouvoirs publics, que les consommateurs de lumière, force, chauffage, en un mot de l'électricité sous quelque forme que ce soit.

Les appareils d'utilisation que nécessite sa mise en application existent actuellement sous de nombreux types qui ont largement fait leurs preuves. La mise en application immédiate ne dépend donc que d'un simple accord ou avenant au Cahier des Charges à intervenir préalablement entre la Ville et les Compagnies de distribution d'électricité, fixant les conditions spéciales de fourniture du courant, horaires, tarifs, etc.....

Ch. Boileau.



L'emploi du gaz des hauts-fourneaux
pour la production de l'électricité.

Etant donné qu'il est de l'intérêt de toute nation de réduire le plus possible la consommation de combustible, il importe de rechercher quelles sont les meilleures méthodes à employer pour récupérer la chaleur perdue par les foyers dans la grande industrie.

On peut citer à titre d'exemple l'économie qu'il est possible de réaliser en récupérant la grande quantité de calories qui s'échappe des hauts-fourneaux pendant la fabrication de la fonte en gueuse. En Amérique on récupère ainsi environ 10 % de l'énergie perdue qui correspond à environ 1 million de chevaux. Ce résultat devrait être pris sérieusement en considération et pourrait diminuer sensiblement le coût de l'énergie électrique. Avec du gaz nettoyé et bien utilisé, pour une même

quantité de gaz une puissance additionnelle de 10.000 HP peut être produite et 5 à 6.000 HP peuvent être économisés sur le charbon employé; cette économie représente une épargne nette de 16.000 HP pour trois hauts-fourneaux.

La vieille méthode qui consiste à employer du gaz cru et du charbon possède une efficacité d'environ 10 % si l'on prend pour base d'unité le cheval-vapeur. Avec les méthodes modernes, chaque four produit 28.200 mètres cubes de gaz par heure; 55/100 de ce gaz sont nécessaires à l'alimentation du foyer laissant ainsi $\frac{45}{100}$ soit 12.690 mètres cubes pouvant être employés à un autre usage. En admettant 4 m^3 25 par kilowatt-heure on voit qu'il serait possible d'obtenir par foyer 3.000 kilowatts-heure. Avec 50 foyers il serait donc possible d'épargner 150.000 kilowatts-heure; soit annuellement 1.030.510.000 kilowatts-heure; cette économie, jointe à l'épargne réalisée avec les bouilleurs représente environ 400.000 tonnes de charbon par année. Ce simple calcul montre que l'énergie électrique qui peut être ainsi fournie par l'emploi du gaz des hauts-fourneaux est presque égale au nombre total de kilowatts-heures vendus pendant l'année 1911-1912, par les 303 usines électriques d'Angleterre.

La différence dans la quantité de charbon et de gaz consommé est énorme selon que l'on emploi du gaz cru ou nettoyé. Cette différence dépend du choix de l'installation de nettoyage et une des installations les meilleures est l'installation de nettoyage de gaz Halberg-Beth.

Les machines génératrices comprennent 7 unités de 12 cylindres tandeurs verticaux de 15.000 HP directement accouplés à un alternateur triphasé de 1.000 kilowatts tournant à 200 t/m. Ces alternateurs fonctionnent en parallèle avec une distribution publique d'électricité à 5.500 volts. Pour obtenir un bon allumage les pointes des bougies sont à une distance d'environ 4/10 de millimètres; elles sont alimentées par magnéto et bobine d'induction. Les valves employées sur les conduites d'air et de gaz sont disposées sur une broche commune; les valves d'air nécessitent un nettoyage plus fréquent que les valves à gaz, ce qui montre que ce dernier est plus propre que l'atmosphère. Les machines tournent très régulièrement et la mise au synchronisme est aussi facile à effectuer que dans le cas de machine à vapeur,

Dans le jour la courbe de charge (fig. 1) montre que de 5 heures du soir à 7 h. 30 du matin environ, 3.000 kilowatts sont inutilisés et pourraient très utilement servir à fournir de la puissance à un réseau par l'intermédiaire de convertisseurs. Le samedi, de midi au lundi matin 7 h. 30, une grande puissance est inutilisée alors qu'elle pourrait servir à alimenter plusieurs villes de dimension moyenne permettant ainsi une grande économie de combustible et de salaire.

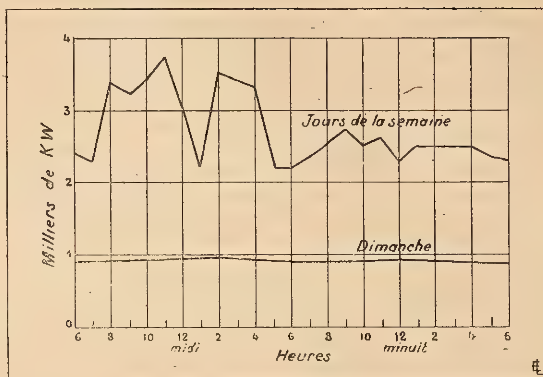


Fig. 1.

Le gaz des fours à coke quoique étant plus riche que le gaz des hauts-fourneaux n'est pas d'un usage aussi commode; cependant, depuis quelques années, une valve très ingénieuse permet de mélanger très facilement le gaz refroidi des hauts-fourneaux avec le gaz des fours à coke, évitant ainsi les inconvénients pouvant résulter d'allumages prématurés.

M. Marre.

(D'après l'*Electrical Review.*) *Ingénieur. E. T. P.*



Détermination de l'étalon de lumière blanche.

La définition exacte de la *lumière blanche* est des plus importantes pour la calorimétrie. En examinant attentivement des sources lumineuses incandescentes quelconques (flammes du gaz ou du pétrole, lampes à filaments de charbon ou à filaments métalliques.....), on constate que la lumière de ces sources à température relativement basse donne la sensation de couleurs rougeâtres ou jaunâtres. Lorsque la température augmente, la couleur jaune disparaît de plus en plus et aux très hautes températures on obtient approximativement la couleur « blanche ». Nous disons approximativement, car toute source incandescente artificielle actuelle est franchement jaune comparée à la lumière du soleil. Si l'on pouvait atteindre une température suffisante, il serait possible d'obtenir la couleur blanche du soleil; des sources à des températures encore supérieures donneraient une couleur bleue en comparaison de la couleur du soleil.

Il reste donc à déterminer à quelle température une source donnerait dans les conditions normales d'examen, une couleur qui ne serait ni bleue, ni jaune, mais blanche. Et alors se pose la question : le soleil est-il bleu, jaune ou blanc ?

Des expériences récentes faites au Bureau of Standards, Washington (Etats-Unis) répondent à ces questions. Ces expériences sont les premières expériences précises de ce genre qui aient été effectuées.

Les résultats sont les suivants :

1° (résultat théorique). La température que devrait avoir une source idéale pour que sa couleur évoque la sensation de blanc (c'est-à-dire ne soit ni bleuâtre, ni jaunâtre) et d'environ 5.000 degrés absolus centigrades.

2° (résultat pratique). La lumière du soleil moyen de midi évoque une sensation qui se rapproche de très près du blanc.

M. G.

Informations.

Concessions. — Autorisations.

Ain. — Le syndicat de communes de Seyssel vient d'être autorisé à établir et à exploiter en régie sur son territoire un réseau de distribution d'énergie électrique.

Alpes-Maritimes. — La commune d'Utelle vient d'être autorisée à installer et exploiter en régie sur son territoire un réseau de distribution d'énergie électrique.

Eure-et-Loir. — La Société de distribution d'électricité de l'Ouest a été autorisée à établir, par concession d'Etat, une distribution d'énergie aux services publics sur le parcours Aube-Nonancourt, Dreux, Verneuil.

Haute-Loire. — Sous réserve de certaines modifications à apporter au cahier des charges, la commune de Saint-Quentin-Chaspinhac vient d'être autorisée à exploiter en régie sur son territoire un réseau de distribution d'énergie électrique.

Nord. — La Compagnie électrique du Nord a obtenu l'autorisation de commencer dès maintenant les travaux d'une ligne à 15.000 volts destinée à l'alimentation des Etablissements Masquelier à Attiches. Cette ligne doit être englobée dans une demande de concession précédemment déposée par cette compagnie.

Nord. — La Compagnie des mines d'Anzin a été autorisée à établir une canalisation électrique aérienne à haute tension destinée à relier entre elles deux portions de lignes déjà établies qui seraient installées dans les parties de la ligne de Somain à Anzin et à la frontière belge dont elle est concessionnaire.

La canalisation partirait du poste de transformation de Saint-Vaast (P. K. 17 + 920) pour aboutir au poste de raccordement (P. K. 19 + 725) après avoir traversé le chemin vicinal ordinaire n° 7 à Anzin et la route nationale n° 45 de Tournai à Valenciennes.

Elle transportera du courant alternatif triphasé 50 périodes d'une intensité efficace de 120 ampères sous 45.000 volts.

Pas-de-Calais. — La Compagnie électrique du Nord a sollicité l'autorisation de construire dès maintenant une ligne à 15.000 volts branchée sur la ligne de Carvin à Seclin et destinée à l'alimentation du 2e poste de la commune de Carvin. Cette ligne devant être comprise dans le réseau dont la Compagnie électrique du Nord a demandé précédemment la concession et étant donnés les besoins urgents en énergie de la commune de Carvin, l'autorisation d'exécution des travaux a été accordée aux risques et périls de la Compagnie et sous les réserves techniques d'usage.

Rhône. — Un certain nombre de groupements industriels de la région lyonnaise ont protesté contre la demande d'augmentation provisoire des tarifs de vente de l'énergie électrique sollicitée par la Société lyonnaise des Forces motrices du Rhône.

Nous croyons savoir que la demande dont il s'agit a été seulement soumise à l'enquête dans le but d'éclairer l'Administration sur les répercussions économiques que ces relèvements pourraient avoir dans la région lyonnaise et sur l'accueil que les consommateurs feraient à la demande dont il s'agit.

Aucune décision n'a encore été prise au sujet de ce relèvement de tarifs.

Saône-et-Loire. — La Compagnie des Forces motrices de la Basse-Grosne a sollicité une concession de distribution d'énergie électrique dans les communes de Lux, Saint-Loup de Varenne et Cevré

Saône-et-Loire et Nièvre. — M. Gallois a été autorisé à établir par permission de voirie une ligne provisoire destinée à permettre des échanges d'énergie entre l'usine de la Canche (Saône-et-Loire) exploitée par la Compagnie électrique de la Crosne et l'usine hydro-électrique de Château-

Chinon (Nièvre) qui alimente la distribution publique de cette ville.

Cette ligne qui doit s'étendre sur les deux départements précités doit servir à alimenter en partie la distribution de la ville de Château-Chinon pendant la transformation de l'usine qui la dessert actuellement.

Seine-et-Oise. — La Compagnie « Union des Gaz » a été autorisée, sous les réserves techniques d'usage, à établir provisoirement, à ses risques et périls, une canalisation électrique souterraine à haute tension destinée à l'alimentation d'un poste de transformation sur le territoire de la commune de Sartrouville.

Cette autorisation provisoire n'a été accordée qu'à la suite de l'engagement pris par la Société d'englober ce nouveau branchement dans une demande de concession d'Etat qu'elle étudie pour l'ensemble de son réseau.

La Société « Eclairage et Force par l'Electricité » se propose d'établir une canalisation aérienne d'énergie à haute tension en vue d'alimenter le sanatorium de Villepinte.

La Société « Electricité du Nord-Est Parisien » a demandé l'autorisation d'exécuter, dès maintenant, les travaux d'établissement d'une canalisation électrique à haute tension destinée à l'alimentation de la commune de Livry-Gargan. Cette canalisation devant être comprise dans la demande de concession d'Etat déjà déposée par cette Société, elle a été autorisée à exécuter les travaux à ses risques et périls et sous les conditions techniques imposées par le décret du 30 juillet 1921.

Dans les mêmes conditions, la même Société a été autorisée à établir, sans attendre les formalités réglementaires, une ligne souterraine à haute tension empruntant le territoire des communes de Neuilly-sur-Marne, de Chelles et de Gournay, destinée notamment à l'alimentation de Neuilly-sur-Marne et des asiles de Ville-Evrard et de Maison Blanche.



Prix des charbons pour l'industrie électrique.

4e trimestre 1921

Départements. Raison sociale. Usines.	*Prix homologué.*
Maine-et-Loire. — Compagnie d'Électricité d'Angers. Usine à Angers	109 fr. 44
Côte d'Or. — Compagnie dijonnaise d'électricité. Usine à Dijon	114 fr. 91
Marne. — Société des usines à gaz du Nord et de l'Est. Usine à Epernay	126 fr. 07
Nièvre. — Compagnie Continentale Édison. Usine à Garchizy	123 fr. 12
Aisne. — Compagnie Electrique du Nord. Usine à Hirson	105 fr. 43
Nord. — Electricité et Gaz du Nord. Usine à Jeumont	87 fr. 29
Rhône. — Compagnie du Gaz de Lyon. Usine à La Mouche (Lyon)	104 fr. 90
Haute-Vienne. — Compagnie Centrale d'éclairage et de force par l'électricité. Usine à Limoges	129 fr. 41
Nord. — Electricité et Gaz du Nord. Usine à Lomme (Lille)	92 fr. 15
Sarthe. — Compagnie du Gaz et d'Electricité du Mans. Usine au Mans	122 fr. 28
Allier. — Compagnie Electrique de la Loire et du Centre. Usine à Montluçon	114 fr. 63
Orne. — Compagnie de Distribution d'électricité de l'Ouest. Usine à Rai-Couterne	108 fr. 77
Loire. — Compagnie Electrique de la Loire et du Centre. Usine à Roanne	109 fr. 65
Haute-Marne. — Compagnie Electrique de Meuse-et-Marne. Usine à Saint-Dizier	124 fr. 76
Loire. — Compagnie Electrique de la Loire et du Centre. Usine à Saint-Etienne Montaud	101 fr. 32
Maine-et-Loire. — Compagnie de Distribution d'électricité de l'Ouest. Usine à Segré	107 fr. 73
Aube. — La Champagne électrique. Usine à Troyes	126 fr. 40
Dordogne. — Energie électrique du Sud-Ouest. Usine à Tuillière-Floirac	100 fr. 45
Nord. — Société d'Electricité de Valenciennes Anzin. Usine à Valenciennes	86 fr. 61
Meurthe-et-Moselle. — Compagnie lorraine d'électricité. Usine à Vincey-Nancy	122 fr. 08
Finistère. — Compagnie d'Electricité à Brest. Usine à Brest	102 fr. 71
Calvados. — Compagnie d'électricité de Caen. Usine à Caen	128 fr. 25
Manche. — Société « Gaz et Eau ». Usine de Cherbourg	109 fr. 12
Loire-Inférieure. — Société Nantaise d'éclairage et de force par l'électricité. Usine à Chantenay	87 fr. 02
Seine-Inférieure. — Compagnie Centrale d'énergie électrique. Usine à Rouen-Quevilly	75 fr. 53



Valeur des index économiques électriques.

4e Trimestre 1921

Départements	*Haute tension.*	*Basse tension.*
Ain	140	188
Aisne	140	189
Allier	143	192
Aube	161	210
Aveyron	135	184
Belfort (Territoire de)	150	198
Calvados	163	212
Cantal	143	192
Charente	164	213

Valeur des Index économiques électriques

(*suite*).

Charente-Inférieure	122	171
Corrèze	164	213
Côte d'Or	150	198
Côtes-du-Nord	138	186
Creuse	164	213
Dordogne	135	184
Doubs	150	198
Eure	127	176
Eure-et-Loir	144	192
Finistère	138	186
Garonne (Haute)	135	184
Gers	135	184
Gironde	122	171
Ille-et-Vilaine	138	186
Indre-et-Loire	143	192
Isère	140	188
Jura	150	198
Landes	122	171
Loire	143	192
Loire (Haute)	143	192
Loire-Inférieure	122	171
Lot	135	184
Lot-et-Garonne	135	184
Maine-et-Loire	143	192
Manche	144	193
Marne	161	210
Marne (Haute)	160	208
Mayenne	143	192
Meurthe-et-Moselle	157	206
Meuse	157	206
Morbihan	138	186
Nièvre	158	207
Nord	124	172
Oise	154	203
Orne	144	192
Pas-de-Calais	124	172
Puy-de-Dôme	143	192
Pyrénées (Basses)	122	171
Pyrénées (Hautes)	135	184
Rhône	140	188
Saône (Haute)	150	198
Saône-et-Loire	140	188
Sarthe	150	199
Savoie	140	188
Savoie (Haute)	140	188
Seine	154	203
Seine-Inférieure	110	159
Seine-et-Marne	160	209
Seine-et-Oise	154	203
Deux-Sèvres	143	192
Somme	124	172
Tarn	135	184
Tarn-et-Garonne	135	184
Vendée	122	171
Vienne	164	213
Vienne (Haute)	164	213
Vosges	157	206
Yonne	158	207

Les départements manquants seront donnés ultérieurement.

Frais de contrôle des distributions.

Un arrêté du ministre des Travaux Publics en date du 4 février 1922 détermine comme suit le nouveau tarif de ces frais :

« Les frais de contrôle dus à l'Etat par les entrepreneurs de distributions d'énergie électrique établis en vertu de permissions de voirie ou de concessions sont fixés pour l'année 1922, à 20 francs par kilomètre de ligne et par an, pour les distributions soumises au contrôle exclusif de l'Etat, et à 10 francs par kilomètre de ligne et par an pour les distributions soumises au contrôle des municipalités sous l'autorité du ministre des Travaux Publics. »

Contrôle communal.

Aux termes du décret du 17 octobre 1907 modifié par les décrets des 6 septembre 1912 et 28 février 1920, les municipalités ont la liberté de confier à tel agent de leur choix l'exercice du contrôle municipal pourvu qu'il remplisse les conditions de capacité exigées ou de demander que ledit contrôle soit exercé par les agents de l'Etat.

Or, il arrive souvent que des municipalités prennent des délibérations pour confier le contrôle communal à « l'agent des Ponts et Chaussées chargé de la subdivision du service ordinaire ».

Une telle délibération prête à confusion : si les municipalités veulent confier leur contrôle à un agent déterminé elles doivent le désigner, nominativement, sans cela elles risquent de se voir imposer par l'Administration le contrôle des agents de l'Etat qui, on le sait, a pour effet d'élever les frais de contrôle dus à l'Etat à la somme de 20 francs par kilomètre et par an, au lieu de 10 francs.

CONSULTATIONS JURIDIQUES

Question. — Le client est-il forcé d'accepter une plus-value sur un devis, une fois les travaux exécutés pour majoration de prix de matières premières, main-d'œuvre, etc., survenus pendant l'exécution du travail ?

Réponse. — Le client n'est pas tenu de subir l'augmentation des prix du devis si celui-ci a été arrêté d'une manière définitive et au moment où le travail a été commandé, et si aucune réserve n'a été faite par l'entrepreneur en raison d'une hausse éventuelle des matières premières et de la main-d'œuvre (application par analogie de l'art. 1793 du Code civil).

René GÉRIN.

Inventions. — Appareils et procédés nouveaux

DISPOSITIF DE DÉCLENCHEMENT A ACTION EXTRA-RAPIDE POUR DISJONCTION A MAXIMUM DE COURANT

Ce dispositif est composé (fig. 1) de deux enroulements *b* et *b'* montés sur le même noyau, et d'une palette magnétique *s* shuntant les noyaux, de telle façon que les actions des deux enroulements soient égales et de sens contraire; cette action étant tout de même telle, qu'il y ait attraction de l'armature *s*.

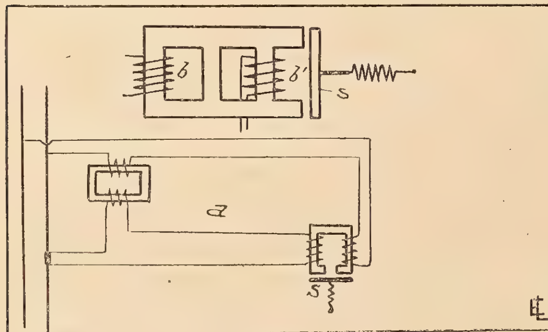


Fig. 1.

L'un des enroulements est parcouru par le courant principal, l'autre est monté en dérivation.

Si l'intensité dépasse la valeur voulue, il y a déséquilibre, et l'armature *s* revient en position de repos. (Brev. Fr. 530.033).

Dans le montage *a*, on a ajouté un transformateur compensateur destiné à éviter ou annuler les effets retardateurs dus à la self induction ou à l'induction mutuelle. (Br. Fr. 530.175. — Société Alsac. de Constr. Méc.)

PERFECTIONNEMENTS AUX ANTENNES

L'invention a pour but de maintenir la longueur d'onde constante malgré les variations. On utilise (fig. 2) un petit moteur a champ tournant *m*, à deux enroulements reliés l'un à un circuit fermé, l'autre à l'antenne *a*.

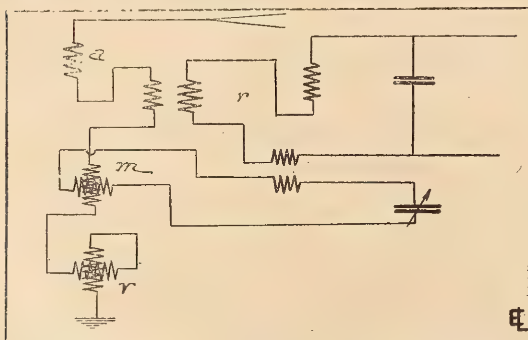


Fig. 2.

En syntonie, il n'y a pas rotation du moteur, mais si la longueur d'onde diminue, le moteur tendant à tourner entraîne un varimètre *v*, qui ramène la longueur d'onde à sa valeur normale. (Br. Fr. 530.455. — Marconi Wireless Cy).

AUTO-RÉGULATEUR AVERTISSEUR ÉLECTRIQUE

C'est un relais *s* en liaison (fig. 3) avec un appareil de mesure *v* (thermomètre, voltmètre, manomètre, etc.) permettant la commande automatique de circuits de régulation. Le relais *s* est étudié pour prendre deux positions. Il pourrait de même être étudié pour plusieurs positions. (Br. Fr. 530.749. — Bermody et Rugnioux).

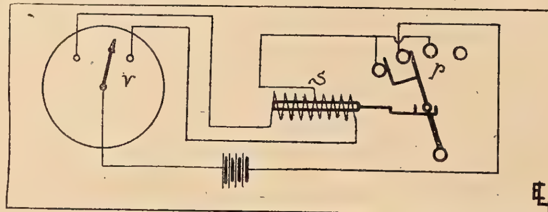


Fig. 3.

VEILLEUSE ÉLECTRIQUE FONCTIONNANT SUR COURANT CONTINU OU ALTERNATIF

Ce dispositif est destiné aux hôpitaux, pour remplacer le système de montage de lampes en série. On emploie (fig. 4) un transformateur *a* abaissant directement le courant reçu à une tension supérieure.

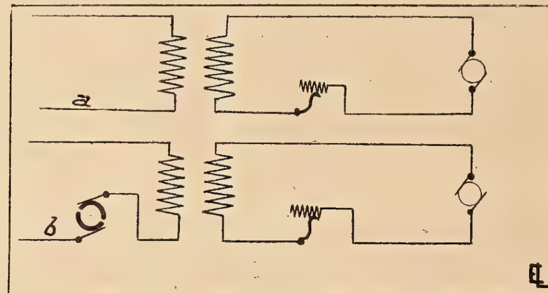


Fig. 4.

Dans le cas de courant continu, un interrupteur rotatif, ou un vibreur *b* produit les variations de courant nécessaires (Br. Fr. 530.849. — Arboyant). P. M.

RÉGULATION DE MOTEUR A COURANT ALTERNATIF

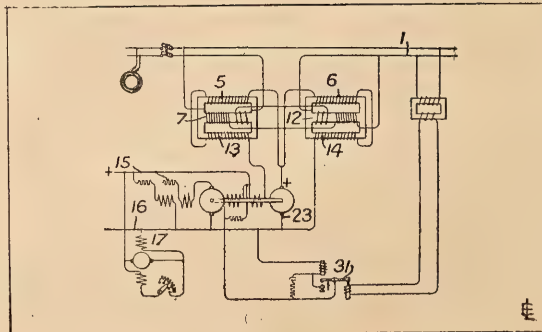


Fig. 5.

Un circuit 1 à courant alternatif est réglé inductivement

(fig. 5) par deux transformateurs 5, 6, ayant des noyaux magnétiques 7, 12 ; le courant continu est amené aux enroulements 13, 14. Le transformateur 5 s'oppose à l'augmentation de tension du circuit tandis que le transformateur 6 sert à l'augmenter. Leur effet est balancé aussi longtemps que les enroulements 13, 14 affectent également leurs noyaux respectifs. Ces enroulements sont réunis en série par l'intermédiaire d'un circuit indépendant à courant continu 15, 16 alimenté par une génératrice 17. L'équilibrage est troublé par la mise en marche d'un moteur-générateur auxiliaire 23 réuni électriquement à l'enroulement 14 ; son excitation est réglée par un contact vibratoire répondant automatiquement aux variations de voltage du circuit. Une chute de tension conduit à une prépondérance temporaire du transformateur 6 tandis qu'une augmentation de voltage amène la prépondérance du transformateur 5 amenant dans ce cas le rétablissement de la tension normale. (Br. Angl. 170.746. — Br. Thomson-Houston). M. M.

BIBLIOGRAPHIE

La soudure électrique, ses divers procédés et la pratique de leur emploi, par E. Delamarre, ingénieur des Arts et Métiers, et G. Levy, ingénieurs des Arts et Manufactures. — Dunod éditeur. Prix : 10 francs.

Cet ouvrage constitue un guide pratique pour tous ceux qui utilisent ou qui peuvent être amenés à utiliser les procédés de soudure électrique actuellement en danger.

Illustré de nombreux dessins, photographies, diagrammes et tableaux, il permet à tout chef d'atelier ou industriel, même si ses connaissances en électrotechnique sont peu étendues, de mettte au point une installation de soudure électrique pour fabrication ou pour entretien et réparations.

La première partie est consacrée aux *règles générales* qui s'appliquent aux différentes méthodes.

La seconde partie traite des procédés de *soudure par l'arc voltaïque* qui emploient l'électrode en charbon (Bernados), l'électrode métallique (Slavienof) et ses perfectionnements (Kjellberg, Quasi-Aro, etc..) La technique de chaque procédé est traitée dans ses détails avec chiffres à l'appui.

Des chapitres spéciaux sont consacrés à la description du matériel électrique et des accessoires spéciaux, à l'instruction du personnel, à la soudure des pièces de fonte, aux résultats d'essais de résistance, et aux prix de revient comparés des différents procédés de soudure autogène.

La troisième partie a pour objet les méthodes de *soudure* électrique par résistance (procédés Thomson). Les divers chapitres traitent des machines à souder par points les métaux en feuiles, et des machines à souder par point continu étanche. Des tableaux nombreux donnent des exemples numériques concernant la puissance nécessaire, la capacité de soudure des divers appareils décrits.

Une quatrième partie traite des procédés mixtes, par *résistance et percussion.* Ces nouvelles méthodes par leur qualités spéciales semblent appelées à un développement assez important.

Les industriels, ingénieurs et praticiens des industries mécaniques trouveront ainsi résumées toutes les données pratiques que l'on possède actuellement sur les divers procédés de *soudure électrique.*

NOTIONS PRATIQUES

Voltmètre électrostatique pour très haute tension.

Pour certaines opérations, telles que les essais d'isolateurs, de câbles, etc., on est amené à mesurer de très hautes tensions, de l'ordre du kilovolt. Le voltmètre électrostatique de M. H. Abraham, construit par les ateliers Carpentier, réalise parfaitement les conditions de robustesse, de sensibilité et d'amortissement, sans un encombrement exagéré, que demandent ces essais.

En principe, cet appareil est un condensateur dont l'une des armatures est fixe et l'autre mobile ; il est chargé sous la tension à mesurer : les deux armatures prennent des charges de signes contraires, et l'armature mobile est attirée vers l'armature fixe. La force d'attraction est équilibrée par un système de ressorts et une aiguille déplacée par l'armature mobile prend une position fixe devant un cadran gradué en kilovolts donnant ainsi la valeur de la tension mesurée (fig. 1.)

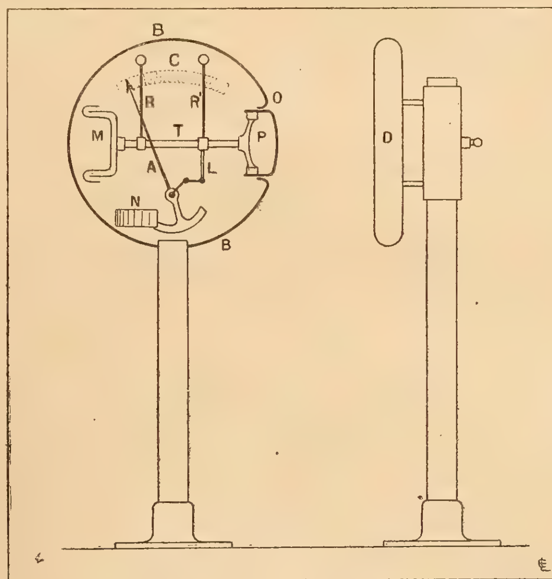


Fig. 1.

En réalité, il est constitué, pour la partie mobile, par une capsule en aluminium embouti P dont le fond est légèrement bombé ; cette capsule est fixée à l'extrémité d'une tige T portée par deux ressorts R, R', à l'autre extrémité de laquelle est un puissant amortisseur à air M. La tige T commande par ses mouvements de déplacement horizonta

une aiguille A par l'intermédiaire d'un système de leviers L ; l'aiguille est solidaire d'un secteur d'aluminium qui se déplace dans le champ d'un aimant ce qui constitue un deuxième système amortisseur N grâce aux courants de Foucault induits par la rotation du secteur entre les pôles de l'aimant. Toutes ces pièces sont à l'intérieur d'une boîte métallique B B dont la paroi porte une ouverture O où affleure le fond de la capsule P. Cette boîte est supportée par une longue colonne de verre.

L'armature fixe est un large disque conducteur D supporté également par une colonne de verre et disposé en regard de P.

La boîte et le plateau étant reliés à deux conducteurs entre lesquels est maintenue la tension mesurée, la capsule est attirée vers le plateau et l'aiguille prend une position d'équilibre déterminée par l'égalité entre la force d'attraction et la force antagoniste développée par la tension des ressorts.

Le diamètre de la boîte est d'environ 20 centimètres, et la distance du disque D à cette boîte de 20 centimètres pour une tension pouvant atteindre 200.000 volts.

On a donné à l'amortissement de l'appareil une très grande valeur à cause des chocs violents et répétés qui se produiraient, sans cette précaution, chaque fois que l'isolant étant rompu, la tension serait ramenée brusquement à zéro.

P. ROBERJOT.



Problèmes sur les appareils de mesure.

I. — VOLTMÈTRES *(suite)*.

Des solutions aux problèmes de notre numéro du 15 février nous arrivant encore tous les jours, nous retardons d'un numéro leur publication. Les lecteurs sont invités à nous adresser les réponses dans le délai d'un mois, pour avoir droit aux mentions spéciales délivrées pour 50 solutions justes.

C. — On peut étendre les limites d'emploi d'un voltmètre au moyen de résistances additionnelles en série avec lui.

Ex. 104. — On dispose d'un voltmètre gradué en 150 divisions dont la résistance est 15.000 ohms et on désire l'utiliser pour des voltages compris entre 150 et 250 volts. Quelle résistance faudra-t-il mettre en série avec lui pour que ces mesures soient possibles ?

Quel sera le voltage lorsqu'il indiquera 135 ?

Ex. 105. — Peut-on utiliser un voltmètre de 150 volts et 1 voltmètre de 75 volts pour mesurer une tension de l'ordre de 200 volts ?

Comment les monter ? Quelles seront les indications de chacun d'eux, pour une tension de 210 volts, le premier ayant une résistance de 20.000 ohms et le second une résistance de 8.000 ohms ?

D. — Un millivoltmètre, susceptible de mesurer des millièmes de volt, peut être employé avec des résistances convenables connues rigoureusement, comme ampèremètre, et comme voltmètre ordinaire.

Ex. 106. — Pour mesurer le courant qui parcourt un circuit on met dans le circuit une résistance de 0,004 ohms et on branche entre les extrémités un millivoltmètre dont la déviation totale des 100 divisions de la graduation est donnée par une tension entre ses bornes de 0,08 volt. La déviation obtenue étant de 60 divisions, quel est le courant dans le circuit ?

Ex. 107. — Un millivoltmètre a pour résistance 0,8 ohm et l'aiguille dévie des 100 divisions de la graduation lorsqu'il est traversé par un courant de 0,05 ampères.

On le shunte avec une résistance de 0,04 ohm. Quelle résistance faudra-t-il mettre en série avec l'ensemble pour que la tension de 100 volts donne une déviation correspondante aux 100 divisions de la graduation ?

TRIBUNE DES ABONNÉS

*Notre Tribune est une rubrique de renseignements mutuels ouverte à tous nos abonnés. La Rédaction de l'*Electricien *n'est pas responsable des réponses fournies. Nous prions nos lecteurs de limiter leurs demandes au domaine de la pratique industrielle.*

DEMANDES

N° 553. — Quand des accidents d'électrolyse sont dus à des courants vagabonds empruntant des rails de tramways utilisés pour les retours de courants de traction on ne se borne plus à constater les points de sortie du courant, où se produisent les dommages, mais on dispose de procédés permettant de déterminer la station centrale et même la machine de la station centrale qui constitue la source créant les courants vagabonds. Quels sont ces procédés ?

N° 554. — Quels sont les procédés modernes d'investigation pour différencier les accidents d'ordre électrolytique des phénomènes d'auto-électrolyse et pseudo-électriques ? Certains de ces procédés ne mettent-ils pas en jeu les rayons X ? Indication rapide de ces procédés.

N° 555. — Pourrait-on m'expliquer à quoi est due la temporisation des relais et comment on peut la faire varier. J'ai remarqué que la temprisation n'était pas la même dans deux relais de même résistance (500 ohms chacun) du genre de ceux employés en télégraphie, électro à deux bobines, forme fer à cheval. L'armature de l'un décolle plus vite que celle de l'autre lorsque l'excitation de l'électro cesse.

La résistance des bobines et la longueur des noyaux ont-elles de l'influence sur ce phénomène ? Comment peut-on obtenir une grande temporisation ?

N° 556. — Quatre bobines du stator d'un moteur triphasé 25 périodes, 220 volts, 90 ampères, 1.400 tours, ont été brûlées. Rebobinées comme auparavant avec du fil carcasse 27/10, 2 couches coton, connexions étoile parallèle, les bobines réparées chauffent anormalement lorsque le moteur absorbe 40 ampères sous 220 volts.

Un lecteur pourrait-il en indiquer la raison ? La connexion étoile parallèle est-elle normale pour ce moteur et la section du fil suffisante ?

N° 557. — 1° J'ai démonté un transformateur triphasé étoile, 5.000-220 volts et 110 avec neutre. Puissance : 150 kilovolts-ampères, marque Westingouse ; à chaque phase du primaire est sorti 3 fils, un seul de ces 3 pour chaque phase est branché à la sortie du transformateur. Ce système n'est-il pas fait pour faire varier le nombre de spires ?

2° En mettant le primaire en triangle quelle tension exacte obtiendrai-je au secondaire étoile ?

3° En mettant le primaire et secondaire en triangle,

quelle sera la tension au secondaire ;ces changements n'offrent-ils pas d'inconvénients ? Le transformateur ne fonctionnera pas à pleine charge.

N° 558. — Je possède un moteur à courant continu compound de 1 /2 HP, 110 volts, à inducteurs feuilletés et entrefer faible. Je voudrais le transformer pour le faire marcher sur le courant alternatif. Pourrait-on m'indiquer la méthode de calcul à adopter pour établir les inducteurs séries.

N° 559. — Dans un transformateur à bain d'huile de 500 kilovolts-ampères fonctionnant continuellement, chaque combien de temps doit-on faire un nettoyage intérieur ; en quoi consiste ce nettoyage ; quelle huile doit-on y remettre et en général, quelles précautions doit-on prendre ; faut-il sortir les enroulements de la cuve ?

N° 560. — Par quel moyen pratique peut-on déterminer à quelle distance exacte se trouve un défaut dans un câble souterrain? Exemple : soit un câble triphasé A B égale 800 mètres, si une terre se produit en C sur une phase à 450 mètres de A. Comment peut-on déterminer ce point, sachant que le câble a une section de 125 millimètres carrés et est en cuivre et même demande si au lieu d'une terre un court-circuit se produit entre deux phases à cette même distance ?

N° 561. — Une génératrice shunt 500 volts 145 ampères, 450 t /m., 6 pôles alimente un réseau de tramways ; elle est actionnée par un moteur Labour de 65 HP, 480 t /m. Il s'agit de régulariser la tension aux bornes de la génératrice malgré les variations de charge ; les grandes différences de voltage portant préjudice à la bonne marche des voitures. Deux solutions sont envisagées :

1° Le régulateur automatique de tension ;

2° Le compoundage de la génératrice.

Quelle serait la solution la plus rationnelle.

Dans le cas du compoundage comment peut-on déterminer la section et la longueur du fil à employer sur les inducteurs.

N° 562. — Ayant à installer une ligne électrique B. T. le long d'un chemin traversant une voie ferrée de la Compagnie P.-L.-M., je serais très heureux de savoir :

1° A qui dois-je m'adresser pour être autorisé à faire cette traversée de voie ;

2° Quelles sont actuellement les conditions d'établissement de lignes électriques aériennes ou souterraines dans le cas d'un passage à niveau dans la campagne.

N° 563. — Quel est le montage le plus simple d'un poste récepteur de T. S. F. (sans lampe-valve) étant susceptible d'être employé comme récepteur de téléphonie sans fil ?

N° 564. — Comment calculer la puissance d'un moteur devant actionner un alternateur. Faut-il tenir compte du cos φ de l'alternateur. A mon avis, oui, et on peut écrire puissance du moteur :

$$E\ I$$

Tandis que la puissance de l'alternateur serait :

$$E\ I \cos \varphi$$

Est-ce exact ?

N° 565. — Je possède une machine statique de Wimshurt avec plateaux de 40 centimètres de diamètre. Cette machine ne donne que 15 millimètres d'étincelles. Pourquoi ? A mon avis elle devrait être plus considérable. La capacité des condensateurs influe-t-elle sur la longueur de l'étincelle?

N° 566. — *L'Electricien* ne pourrait-il pas donner une étude sur les appareils des tableaux modernes, haute tension, appareils automatiques à enclenchements et déclenchements, à maximum différé, etc..., appareils de synchronisation ou de couplage, montage, réglage et entretien ; ou pourrait-on m'indiquer une revue ayant donné tous ces renseignements?

N° 567. — Est-il possibe de rebobiner un moteur biphasé 220 v., 52 pér., 1.000 t., 8 HP en moteur triphasé 208 v., 52 pér., 1.000 t.

Sachant que le stator a 24 encoches, dans l'affirmative comment feriez-vous la répartition des 6 pôles ? Dans l'impossibilité probable, pourrait-on à 750 tours, soit 8 pôles, mais le rotor a 36 encoches.

N° 568. — J'ai une dynamo, marque Messmer, en réparation, cette machine 110-160 volts 70 ampères est tétrapolaire à une seule paire de balais, décalés d'un quart sur le collecteur. L'induit m'a été remis nu, il y a 69 *lames* au collecteur, et 46 *encoches*.

Suivant la personne qui a enlevé les bobines grillées il devait y en avoir 69 ce qui serait logique mais elle ne se rappelle plus comment était disposé l'enroulement.

D'après ce que je crois, le pas des bobines sur l'induit doit être de 12 rainures, enroulement en série ondulé et de façon dite en chignon.

Dans ce travail ce qui me trouble n'ayant jamais eu ce cas, c'est de loger dans 46 *encoches* 69 *bobines*. Devrais-je faire un tour complet de bobinage soit 46 = 69 et ensuite bobiner une encoche sur deux, soit 23 cela ne me semble pas convenable au point de vue des connexions au collecteur. De plus cette machine étant une 110-160 volts, une bobine sur trois devrait être 1 /3 plus longue.

N° 466. — La réponse 466 R du 15 février 1922 ne donne pas la solution demandée. Il était dit *le rotor reste* ; de ce fait 965 tours, soit 6 pôles au rotor ; l'indication porte 8 au stator, il doit donc y avoir erreur.

Demandes d'adresses de fournisseurs.

N° 569. — Demande adresses de maisons pouvant fournir de la *pierre ollaire* pour appareils de chauffage par accumulation.

N° 570. — Pourrait-on me donner l'adresse d'un constructeur de griffes modernes pour monter des poteaux bois? Ce que je voudrais trouver, c'est un modèle très léger tout en étant très solide, fatiguant le moins possible le poseur de lignes.

N° 571. — Adresses de maisons achetant le matériel électrique d'occasion, principalement des lampes à arc en assez bon état.

N° 572. — Les lampes électriques brûlées sont-elles réparables ? Y a-t-il des fabricants qui s'en occupent? Y a-t-il des livres traitant cette question ?

RÉPONSES

N° 466 R. — *Rectification.* — Le stator devra avoir 8 pôles afin d'obtenir la vitesse de 750 t /m, la plus commode.

Admettons un rendement de 0,8 et un cos φ = 0,8. L'intensité par phase sera :

$$I = \frac{736 \times 15}{1{,}73 \times 220 \times 0{,}8 \times 0{,}8} = 45 \text{ ampères}$$

Donc, à raison de 3 A par millimètre carré il faudra faire le bobinage avec *un* fil de diamètre de 4 mm.,5, c'est-à-dire 45 /10.

Le montage en étoile est préférable. P. D.

466 R. — La section du conducteur se réduit de la formule :

$$q = \frac{J}{sd}$$

q = section du fil. $sd = 3$ à 5.

J est le courant admissible dans le circuit et dans le stator si le couplage est étoile, dans le cas du couplage triangle J est remplacé par $\sqrt{3}$.

La vitesse est fonction de la fréquence et de la tension.

E. VACHET.

Nº 484 R. — Ceci peut provenir de mauvais contacts momentanés des barres du rotor avec les anneaux de court-circuit. Il faut examiner attentivement ces connexions, les river et les souder s'il y a lieu. De mauvais contacts dans le rotor sont cause de l'échauffement de celui-ci, d'un couple faible au démarrage et même en marche entraînant un glissement énorme. Les bons démarrages se produisent peut-être lorsque le rotor est froid, les mauvais contacts augmentant avec la chaleur. P. D.

Nº 490 R. — Voyez Consultation juridique, p. 139.

Nº 491 R. — Le court-circuit qui s'est produit sur votre ligne est probablement dû à une terre passagère, en coïncidence fâcheuse avec le mauvais état des conducteurs au point X ; ces terres accidentelles se rencontrent journellement dans les réseaux de distribution et il est quelquefois très difficile de déterminer exactement d'où provient le défaut, les dilatations dues aux phénomènes atmosphériques, l'humidité, peuvent en être la cause momentanée.

Nº 492 R. — Aucune difficulté à brancher votre survolteur sur votre nouveau groupe de dynamos de 85 ampères à condition que le survolteur s'il est du type série simple, puisse supporter la nouvelle intensité avec une certaine limite de surcharge (voir section des conducteurs de l'induit).

E. VACHET.

Nº 495 R. — On peut s'assurer qu'un condensateur a conservé sa capacité en la mesurant à l'aide d'un galvanomètre balistique. Pour cela, on charge un condensateur étalon de capacité *c* avec une pile très constante puis on le décharge à travers le galvanomètre qui donne une élongation *d*. On recommence l'opération avec le condensateur à vérifier qui donne une élongation D. La capacité cherchée est alors

$$\frac{C \times D}{d}$$

L. BESCOND.

Nº 495 R. — Il est intéressant de monter ses condensateurs sur fusibles individuels ou d'employer le condensateur fractionné R. Varret qui élimine automatiquement les éléments qui se court-circuitent. (Voir mon article de *l'Electricien*, nº 1293, page 65). C. CAMBIER.

Nº 498 R. — Il existe deux ouvrages traitant de la onstruction pratique des bobines de Ruhmkorff. Ce sont : 1º *Construction et application des bobines d'induction*, par H. de Graffigny ; 2º l'*Electricien amateur*, par L. Lebiez. Un ouvrage de plus grande envergure, *Les courants à haute fréquence*, par A. Charbonneau, traite essentiellement du calcul théorique. V. AILLAUD.

Nº 504 R. — « L'Electro-Machine », 124, boulevard Richard Lenoir, Paris (XIe) construit des moteurs courant continu en tous voltages, et peut facilement vous réaliser la puissance de 3 à 5 HP en 10, 15 ou 20 volts. Le service commercial de cette Société répondrait immédiatement à une demande précise qui lui serait adressée.

Nº 508 R. — Le dispositif proposé ne présente aucun danger pour le moteur ; le rendement, le facteur de puissance et la stabilité de la vitesse sont seuls considérablement diminués.

Nº 511 R. — Je ne crois pas qu'il existe de procédé *d'aimantation par la trempe*. Les fabricants de magnétos aimantent leurs aimants après trempe en les plaçant sur les pièces polaires d'un fort électro-aimant à courant continu. On se sert d'acier au tungstène ou mieux au cobalt (beaucoup plus cher) ; pour les aimants courants on peut user d'acier ou carbone ordinaire. L'aimantation résiduelle varie beaucoup avec le degré de trempe et l'on ne peut, à ce sujet donner de règle s'appliquant à tous les aciers.

Nº 512 R. — L'intercept est formé par un condensateur à fort isolement ; son principe est d'opposer au courant continu de la ligne d'éclairage un obstacle pratiquemment infranchissable, tout en permettant aux ondes électriques de le traverser facilement. Remarque : L'intercept ne s'emploie pas sur les lignes parcourues par du courant alternatif.

BALLU E.

Nº 513 R. — Pour vos moteurs, à gaz je peux vous citer ce que l'on fait à Paris pour les moteurs à gaz de ville branchés sur les conduites, pour empêcher le sautillement de l'éclairage des installations voisines. Chaque moteur est précédé d'une poche en caoutchouc qui, de capacité supérieure à l'appel produit par l'aspiration, se remplit de gaz et fournit elle-même en se vidant chaque demande du moteur sans influer par trop sur la conduite. Peut-être en en mettant une à chacun de vos moteurs, trouverez-vous le moyen de les faire marcher ensemble sans que l'un gêne l'autre. A. DUMONT.

Nº 520 R. — Le schéma indiqué est certainement erroné, car un tel moteur ne pourrait fonctionner ; il est à présumer que le moteur en question est du type normal de 3,5 HP bi-polaire à pôles de commutation, indiqué par le gros fil sur le schéma ; en outre, il y a aussi une erreur dans le montage du rhéostat de démarrage, le fil de l'excitation shunté doit être branché au commencement du rhéostat et non à la fin de façon à éviter sur l'excitation l'influence de la chute de tension produite par le rhéostat au moment des démarrages ou pendant les périodes où ce rhéostat reste en circuit. B. CORCEVAY.

Nº 521 R. — L'« alternacycle » produit un courant alternatif et ne peut servir à charger des accumulateurs.

Nº 527 R. — La différence constatée provient assurément de l'aimantation rémanente des palettes. L'appareil peut fonctionner à 42 périodes mais il devra recevoir une nouvelle graduation. L. B.

Nº 528. — Zincs pour piles. Voyez : Société Le Carbone, 12, rue de Lorraine, Levallois-Perret ; A. Mancheron, 106, rue Saint-Martin, Paris ; P. Tellier, 2, rue de Sontay, Paris (16e).

Nº 548 R. — Tubes en laiton : Société d'électro-métallurgie de Dives, 11, rue Roquépine, Paris.

Nº 549 R. — Tous les marchands de tubes Bergman vendent les pinces à couder.

Nº 552 R. — Constructeurs de pétrins électriques : MM. Bermoudy et Regnoux, 74, rue de la Folie-Regnault, Paris ; Colette, 11, rue de Viarmes, Paris (1er).

Nº 563 R. — La plupart des montages utilisés en télégraphie sans fil peuvent être employés en téléphonie sans fil (voir *Electricien* du 1er avril 1921) ; pourtant il faut remarquer que les réceptions seront très faibles et même nulles sans amplificateurs. *L'Electricien* publiera prochainement une note à ce sujet.

M. Paul Meyer, Villerupt. — Une résistance n'est affectée d'aucun signe ; elle est toujours positive et par conséquent les produits RI ont le même signe que I.

P. ROBERJOT.

Le Gérant : L. DE SOYE

38e Année. — N° 1297 1er Avril 1922

L'ÉLECTRICIEN

Rédacteur en chef : Maurice SOUBRIER

Secrétaire général : L.-D. Fourcault

DUNOD, Éditeur. 49, quai des Grands-Augustins, PARIS, VIe. — *Tél.* : GOB. 19-38 et 53-01

ÉCLAIRAGE ET APPAREILLAGE

Considérations sur l'éclairage rationnel.

Un grand nombre de directeurs d'usines et chefs d'industrie se sont préoccupés de la question de l'éclairage de leurs établissements, pourtant il reste fort à faire car beaucoup négligent encore, plutôt par routine ou ignorance que par économie, l'importance de cette question pour les usines, ateliers, magasins, bureaux de dessin et d'études, laboratoire et autres lieux. L'étude ci-dessous fait suile aux considérations d'ensemble développées dans un précédent article (1).

Dans le moment où l'industriel ne disposait que du gaz comme source d'éclairage avec des appareils relativement encombrants, on disposait ces appareils suivant des rangées et des files dans le but d'obtenir un éclairage satisfaisant pour le travail normal. Suivant la nature de ce travail, les appareils étaient plus ou moins rapprochés car leur puissance n'était guère variable.

Avec l'électricité et les lampes à incandescence de puissance extrêmement restreinte, ce procédé d'éclairage fut vite abandonné et la mode fut de revenir dans les ateliers et les bureaux au système de l'éclairage individuel, c'est-à-dire que chaque machine, chaque table de travail, possédait, montée sur elle ou fixée à proximité, sa lampe à incandescence de puissance appropriée. Dans le restant de la salle quelques lampes disposées çà et là, complétaient l'éclairage individuel et bas par un éclairage général destiné aux allées et passages entre les machines.

Outre l'inconvénient des difficultés présentées par le grand nombre de canalisations électriques courant dans tous les sens, des lampes se balançant au bout de fils souples, des ficelles transversales destinées à ramener la lampe à l'endroit voulu par l'usager, des masses, des contrepoids, ce système crée des plages de lumière et d'ombre préjudiciables souvent à la bonne exécution du travail. De plus, le fait pour l'ouvrier ou l'employé de passer fréquemment de la proximité de la source placée dans le champ de vision à des parties moins éclairées de sa machine ou du local dans lequel il travaille, constitue une fatigue très notable de sa vue, fatigue qui diminue le rendement personnel et affecte la santé générale. Le

(1) Voir *l'Electricien* du 15 décembre 1921.

personnel féminin des ateliers de couture ou de broderie est facilement affecté par ces causes, aggravées par la minutie des travaux.

L'augmentation de la puissance des lampes permise par leur fabrication et répondant, d'autre part, à la notion instinctive de l'insuffisance de l'éclairage d'alors a accentué ce défaut augmenté encore par l'action néfaste sur l'œil d'un éclat trop grand.

Cette méthode doit donc être abandonnée et l'étude d'un projet d'éclairage sera basée sur des données raisonnées, dégagée de tout empirisme.

D'après le but qu'on se propose on peut déterminer les moyens à employer pour arriver au résultat désiré et ce avec la solution la plus économique !

Nous avons vu précédemment [1] les propriétés que présentent les sources lumineuses et les effets de la lumière sur une surface éclairée.

Un bon éclairage doit se rapprocher de la lumière du jour par temps clair, c'est-à-dire, diffus et doux et ne fatiguant pas l'œil. L'éclairement obtenu doit être propre au travail auquel on se livre sous cet éclairage ; il sera donc différent suivant le lieu envisagé et la source lumineuse employée.

Si nous considérons la courbe de répartition des intensités lumineuses d'une lampe quelconque nue, on voit que le maximum d'intensité de la lumière est située horizontalement ; ce sont les murs qui recevront le maximum de lumière puisque rien n'arrête les rayons, le plafond recevant à peu près autant de lumière que la zone inférieure de la lampe.

Plaçons cette lampe à une hauteur de 3 mètres, le plan utile étant à 1 mètre au-dessus du sol, ce plafond recevra de 15 à 20 % du flux émané par la lampe et en dessous de la lampe l'intensité est à peine le cinquième de l'intensité horizontale.

C'est donc une mauvaise répartition, car logiquement c'est le plan utile qui doit recevoir le maximum de lumière tout en gardant une certaine quantité de lumière pour en éclairer le pourtour.

Certains fabricants ont établi des lampes dont la disposition du filament devait modifier la répartition du flux lumineux (fig. 1).

En munissant la lampe de l'abat-jour devenu classique, en tôle émaillée ou en verre opalin, on ne fait qu'utiliser faiblement le flux lumineux de l'hémisphère supérieure. On voit que dans ces conditions on gaspille l'énergie lumineuse en pure perte : 60 à 80 % d'après certains auteurs. Ce procédé est donc insuffisant.

Le véritable problème est d'éclairer l'endroit où il est nécessaire et aussi uniformément que possible. Rappelons ici que le point le moins éclairé de la pièce est celui qui doit compter, car à cet endroit un homme peut y être appelé à travailler, il doit recevoir une quantité de lumière suffisante pour voir clair et il est inutile que les autres points soient plus éclairés si le travail à effectuer est le même.

Il faut donc éclairer uniformément avec des foyers lumineux de peu d'éclat et donner, là où il est nécessaire, la quantité de lumière suffisante pour que l'œil travaille dans des conditions normales et qu'il ne soit pas fatigué, soit par une lumière trop puissante, soit par une lumière trop faible.

Dans le premier cas, l'œil se contracte pour éviter l'aveuglement, dans l'autre, il cherche à s'ouvrir le plus possible pour recevoir la plus grande quantité de lumière renvoyée par les divers objets pour augmenter sa perception, ce qui fatigue ses muscles.

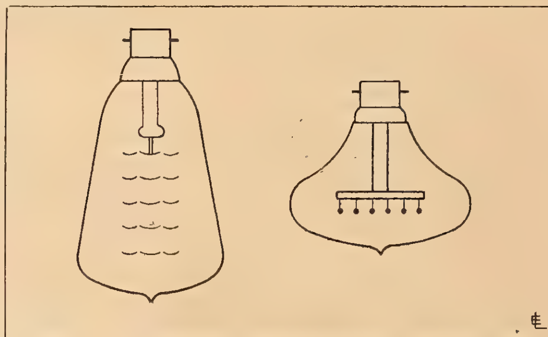


Fig. 1. — Lampes à filament tranversal : à gauche, en hélice ; à droite, en nappe.

Il devient alors nécessaire de connaître l'éclairement convenable pour chacun des travaux qu'on peut avoir à faire et les modifications que peut subir le flux lumineux émis par une lampe.

Tout d'abord nous voyons que l'emploi de la lampe nue ne peut convenir, soit parce que son éclat est trop violent, soit par la mauvaise répartition de son flux, il faudra la compléter par un appareil approprié.

Pour connaître les éclairements convenables, il vient à l'esprit de chercher ceux dont on se sert pendant le jour.

De nombreuses mesures ont été effectuées en plein jour par des temps moyens pour lesquels l'éclairage était normal et suffisant : par catégorie de métiers, d'établissements, magasins, etc.

Il existe de véritables répertoires donnant les éclairements moyens mesurés et adoptés pour l'éclairage nocturne. Comme pour tous les tableaux, les nombres à adopter sont fonction de considérations locales et de l'expérience personnelle.

Nous donnons ci-dessous quelques-uns de ces

(1) Voir *l'Electricien* du 15 décembre 1921.

nombres d'après ceux du *National Lamp Works of G. E. C°.*

Extérieurs :

	Lux.
Rues peu fréquentées	1
Rues moyennes, cours d'usines	2,5
Grandes rues, manutentions à l'extérieur	5
Quais, voies ferrées	5
Gares, passages	10
Affichage, éclairage de façades	30-150
Intérieur : appartements.	
Salons, chambres	15-25
Table de salle à manger	50-80
Bureaux	20
Cuisines	15-25
Toilettes, salles de bain	20
Vestibule, chambre de débarras	6
Hôtels, Restaurants :	
Salons, entrées, salle de restaurants	20-25
Chambre	15-25
Couloirs	5-10
Cafés	50
Billards	50-60
Salles de conférences	20
Boutiques et magasins :	
Etalage marchandise couleur claire	80
— moyenne	160
— sombre	200 et +
Intérieur marchandises — claire	25
— moyenne	35
— sombre	45 et +
Salle d'exposition	75 et +
Modes, joaillerie	45-80
Epicerie, librairie, etc.	35-55
Ecole : salle de classe, d'étude	35-65
Eglise	15-35
Bureaux ordinaires et direction	45-90
— de dessin	80-130
Ateliers de couture :	
Tissus clairs	40
— sombres	80
Industrie : gros travaux. Grosses forges, laminoirs, poterie, hall	20-45
Travaux moyens: Mécanique, papeterie, blanchisserie, boulangerie	30-55
Travaux fins: Ajustage, assemblage textiles couleur, claire	40-90
Travaux extra-fins : Horlogerie, textile, couleur foncée, lithographie, imprimerie, gravure, retouche, chaussure	80 et +

Ce tableau nous montre la variation des éclairements avec la diversité des travaux ou la destination des salles. Une salle d'exposition nécessite plus de lumière qu'un couloir ou un salon malgré l'absence de travail, il s'agit de mettre en relief la marchandise ou les tableaux exposés ; dans la lithographie, l'éclairement est supérieur à celui nécessité dans les grosses forges, la nature du travail étant différente par la précision.

Ces éclairements donnent donc le nombre de Lux nécessaires sur le plan utile du lieu considéré ; ces nombres multipliés par la surface en mètres carrés donneront le flux nécessaire en lumens qui doit atteindre le plan utile. Nous savons que ce flux ne pourra pas provenir directement et intégralement de la source lumineuse à moins d'enfermer celle-ci dans un appareil du genre phare d'automobile qui concentrerait le flux lumineux sur le plan utile,

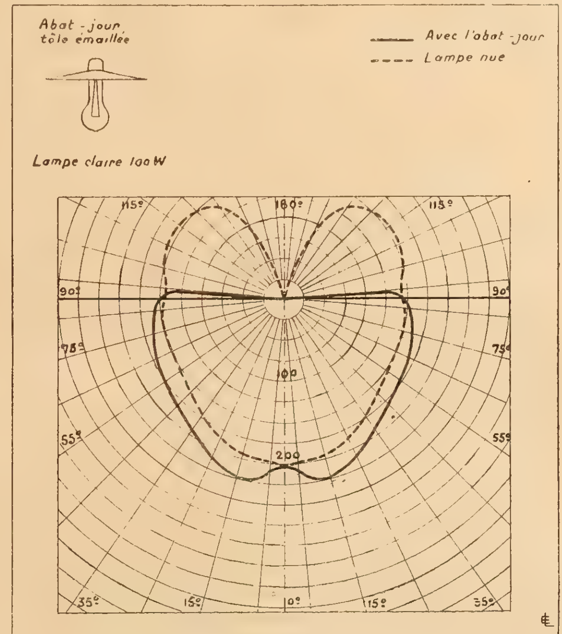


Fig. 2. — Courbe de répartition d'une lampe à atmosphère gazeuse soit nue, soit avec abat-jour tôle émaillée.

ce qui serait contraire aux principes posés ci-dessus (ce système est cependant employé, mais dans des cas particuliers, éclairage de studios pour la prise de films cinématographiques).

Le flux émis par la source lumineuse va être modifié par l'appareil qui l'entoure et affecté par le rendement de cet appareil, une partie ira directement ou indirectement toucher le plan utile suivant le genre de l'appareil, tandis que l'autre ira rencontrer les parois, d'où l'introduction d'un autre coefficient.

Ce coefficient, on le conçoit, va donc être fonction de la nature ou plutôt de la couleur des parois et du plafond et surtout du mode de répartition du flux entre les différentes parois. Nous attendrons d'avoir examiné les divers types d'appareils pour étudier ce coefficient.

Voici quelques valeurs des pouvoirs réflecteurs des teintures et peintures (1) :

	%
Tapis jaune	40
— bleu	25
— brun	10
Revêtement de bois	40-50
Parois jaunes suivant le degré de propreté	40-20
Toile noire	1,2
Velours noir	0,4
Pierre blanche (naturelle)	75
Blanc de zinc (naturel)	76
Lait de chaux	66,5
— avec jaune de chrome	64,5
— — ocre	66,5-52,5
— — vert	66,5-57
— — rouge anglais	63,5-50
— — bleu	60-53
— — terre d'ombre	56-40
Papier à écrire	70
— jaunâtre	57
— journal	50-70

Par ces chiffres, il est visible que si une quantité importante de lumière est reçue par les parois, une partie seulement sera diffusée à travers la pièce, l'autre étant perdue pour l'œil.

Des essais ont permis de se rendre compte de leur importance : dans un bureau dont les lustres étaient correctement placés et distribuaient de la lumière indirecte avec des réflecteurs argentés, on se plaignait de l'inefficacité du système, la couleur du plafond était crème sur fond de plâtre. Deux ans de service l'avaient obscurci ; une couche de bonne peinture un peu plus claire produisit une augmentation de flux utile de 30 %, tandis que le renouvellement des lampes après la même période n'entraîna qu'un bénéfice de 11 %.

	Lux	%
Au moment de la plainte	40	100
Après nettoyage des réflecteurs	50	125
Remplacement des lampes	57	140
Blanchiment du plafond	73	181

On conçoit également que l'écartement des parois par rapport à la hauteur du foyer au-dessus du plan utile peut avoir une influence sur le résultat final. Pour chaque cas, nous aurons un coefficient tenant compte de tous ces facteurs : c'est le coefficient d'utilisation.

Il faut également tenir compte d'un autre coefficient qui est le coefficient d'usure.

Au bout d'un certain temps de fonctionnement, les appareils et les lampes se couvrent de poussières, les verres perdent de leur transparence par suite de légers dépôts ; on tient compte de ces faits en divisant le flux émis par l'appareil et lampe, par le coefficient d'usure ou de dépréciation, on le prend généralement de 1,2 à 1,4.

(1) *Technique de l'Éclairage*, par le Dr Bloch.

La hauteur du point lumineux au-dessus du plan utile et son intensité, considérées en elles-mêmes, ont une grosse importance sur la qualité de l'éclairement. On a pu améliorer, pour des installations établies, l'éclairage dans de fortes proportions en modifiant simplement la hauteur des lampes sans toucher ni à leur habillage ni à leur puissance.

En augmentant la hauteur à laquelle se trouve une source lumineuse, on augmente son champ et on diminue la valeur de l'éclairement sur le plan utile par suite de la loi du carré de la distance. Si la hauteur augmente de trop, il est à craindre qu'il se produise des trous dans l'éclairage. La diminution de la hauteur et le rapprochement des foyers permet d'obtenir des rayons lumineux dans des directions variées, ce qui augmente la diffusion.

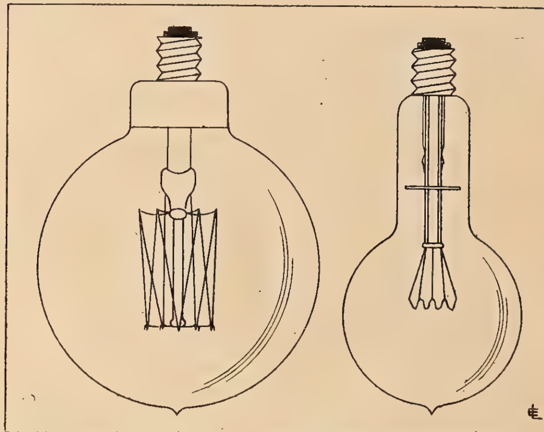


Fig. 3. — Comparaison des filaments d'une lampe de 1.000 watts type monowatt et 500 watts à atmosphère gazeuse.

Les nécessités d'exécution d'un travail peuvent demander un éclairement non seulement dans le plan horizontal, mais également dans des plans verticaux passant par la verticale du point envisagé, tel est le cas d'usinage de grosses pièces difficilement déplaçables et celui des fraiseuses qui présentent divers tambours de réglage pour les manivelles de commande des mouvements du plateau. En outre, l'ouvrier se déplace devant sa machine et il ne faut pas que sa tête ou son corps portent ombres pendant qu'il examine sa pièce.

Un bon résultat est obtenu par l'augmentation du nombre des points lumineux, sans exagération car le prix de revient augmente également ; dans le cas ci-dessus les appareils à choisir devront permettre la réception sur le plateau de la fraiseuse de la lumière des 5 ou 6 lampes environ-

nantes, sans que ces lampes soient à des distances inférieures aux distances normales d'emploi. Toutes ces lampes concourrant à l'éclairage de la machine et l'éclairement en ce point étant la somme des éclairements produits par ces lampes, il faut éviter, ainsi que nous l'avons constaté chez certains industriels, d'éteindre, dans un but d'économie, les lampes voisines à une machine qui travaille isolément.

La nécessité d'une étude raisonnée d'un problème d'éclairage se pose dès qu'on aborde l'emploi des lampes d'au moins 100 bougies car nous estimons qu'à partir de cette intensité et sauf des cas spéciaux l'emploi de la lampe genre 1/2 watt s'impose, nous allons passer en revue les appareils construits pour compléter ces lampes.

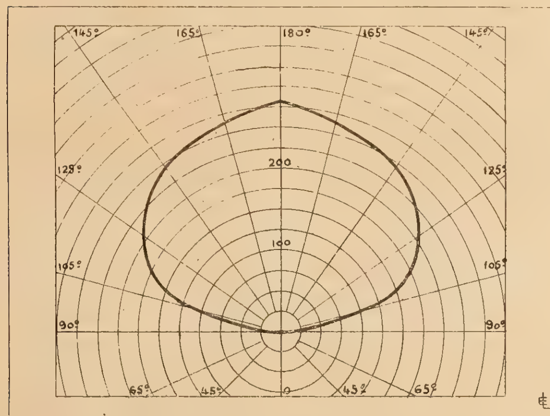


Fig. 4. — Éclairage indirect, réflecteur intérieur en verre argenté.

La figure 3 montre, à la même échelle, le dessin de deux lampes de même intensité lumineuse en 1.000 watts ordinaire et 500 watts à atmosphère gazeuse, on comprend que les appareils ont été surtout construits pour ce dernier genre de lampes.

Avec l'éclat des lampes à arc qu'on avait cherché à utiliser pour l'éclairage intérieur on interposait des écrans opaques entre la source et l'œil chargés en outre de renvoyer la lumière sur un diffuseur placé au-dessus de l'ensemble. On est arrivé ainsi à l'éclairage indirect; tous les rayons lumineux, sans exception, sont reçus d'abord par le diffuseur ou le plafond et les parois qui les renvoient en réflexion diffuse dans la salle (fig. 4).

Cet éclairage a de gros avantages : suppression des points lumineux ou des reflets sur des surfaces métalliques ou brillantes, proches ou assez loin de l'axe de la vision, agrément d'un éclairage uniforme sans contraste violent d'ombre et de lumière, par contre, l'œil habitué à voir la source lumineuse donne l'impression d'un éclairement moindre et suivant la nature du plafond il peut conduire à un rendement global moindre; son emploi dépend donc de la nature du problème envisagé.

Avant l'usage courant des lampes 1/2 watt, ce système était très en faveur pour l'éclairage de bureau en permettant d'utiliser le bon rendement des lampes à arcs.

Avec les lampes 1/2 watt, les appareils à éclairage indirect sont surtout constitués par des réflecteurs en verre argenté renvoyant la lumière dans l'hémisphère supérieur. Ils sont très employés en Angleterre (Système Curtiss).

Personnellement nous avons réalisé des éclairages de bureaux et salles diverses en utilisant des réflecteurs industriels à courbure hyperbolique entourant des lampes à bout de fils souples et renvoyant la totalité de la lumière au plafond.

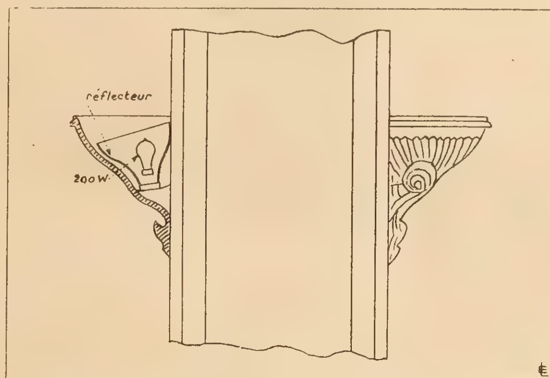


Fig. 5. — Éclairage indirect : appareil à pilier.

Il est bien entendu que pour avoir un rendement maximum, le plafond doit présenter le meilleur pouvoir réflecteur et être peint en blanc à la colle.

La répartition de la lumière sur le plan horizontal de travail est modifiée par le nombre de lampes et leur distance entre elles et surtout par leur distance du plafond.

L'éclairement E produit par un plafond sur un point central serait donné par la relation (1).

$$E = 4\,C d\,E_0$$

E_0 est l'éclairage moyen du plafond, d, le coefficient de diffusion du plafond et C un coefficient dépendant de la dimension du plafond, de sa hauteur au-dessus du plan utile. Nous donnons plus loin des coefficients tenant compte de ces différents facteurs.

Dans le cas où il est nécessaire d'obtenir un éclairement vertical suffisant : machines à écrire avec ligne d'écriture horizontale située dans un plan vertical, il est indispensable que les murs soient d'autant plus clairs et diffusants que les

(1) *L'Electricien* du 15 mai 1920.

machines sont parallèles et rapprochées des murs, sinon, ce système peut conduire à un échec pour cette disposition de machines.

Le système d'éclairage indirect a été appliqué au lustre central d'un grand théâtre de Londres. Il ne comporte aucune lampe apparente malgré qu'il se présente sous la forme des lustres classiques.

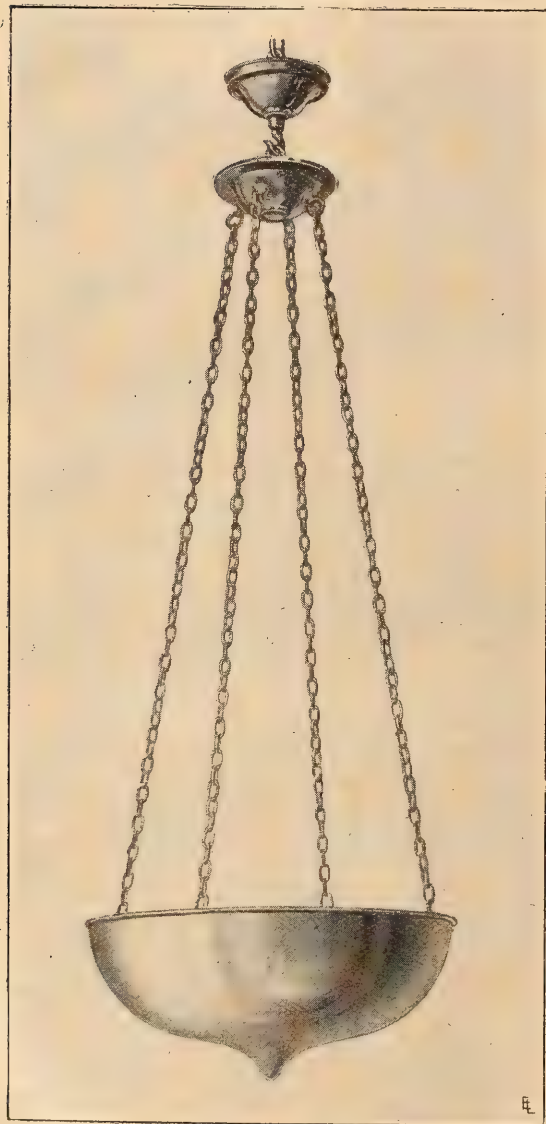


Fig. 6. — Appareil d'éclairage semi-indirect.

Les appareils à éclairage indirect ont des formes très variées, suivant que les lampes intérieures sont verticales ou horizontales et qu'ils sont destinés à être placés dans le centre d'une pièce ou appliqués sur un mur.

Entre l'éclairage indirect et l'éclairage direct dans lequel les rayons émis par la source viennent directement toucher les objets à éclairer, il y a l'éclairage semi-indirect ou mixte dans lequel en dehors de la fraction transmise par réflexion diffuse une autre fraction de la lumière traverse une simple surface translucide située en dessous du foyer lumineux avant de se répandre sur le plan utile.

Le type de ce genre d'appareil est la coupe en albâtre ou en verre opalin qui se prête bien à la décoration.

Les appareils pour l'éclairage direct sont les réflecteurs et les diffuseurs.

Les anciens réflecteurs étaient surtout en tôle émaillée et les diffuseurs en verre opalin.

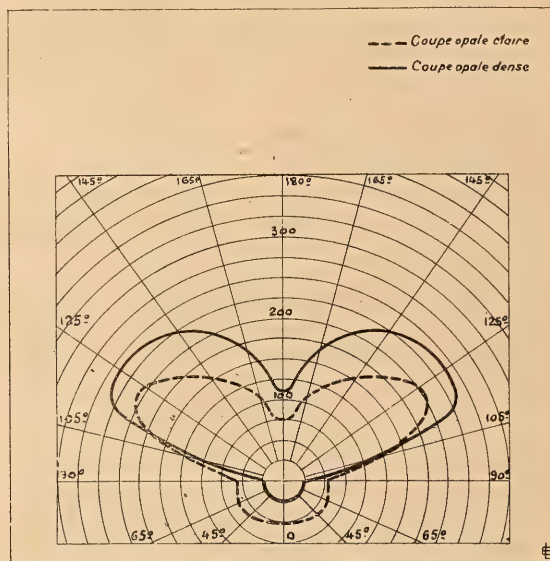


Fig. 7. — Éclairage semi-indirect : courbes de répartition.

Pour les réflecteurs, on emploie à présent des substances ayant un rendement plus élevé.

L'argent poli, dont le pouvoir réflecteur est de 90 %;

Le verre argenté, de pouvoir analogue;

Le verre taillé en prismes qui travaillent en réflection totale; on en fabrique des réflecteurs qui n'absorbent que 8 à 12 % de la lumière reçue;

L'aluminium poli dont le pouvoir réflecteur est de 70 %;

La tôle émaillée dont le pouvoir réflecteur est de 60 à 65 %.

Pour les diffuseurs, on emploie l'aluminium mat, le verre dépoli, le verre opalin.

En plus de la nature des réflecteurs, la forme

joue un rôle considérable au point de vue répartition de la lumière.

Ils permettent une meilleure utilisation de l'illuminant et augmentent ainsi le rendement économique de la lampe.

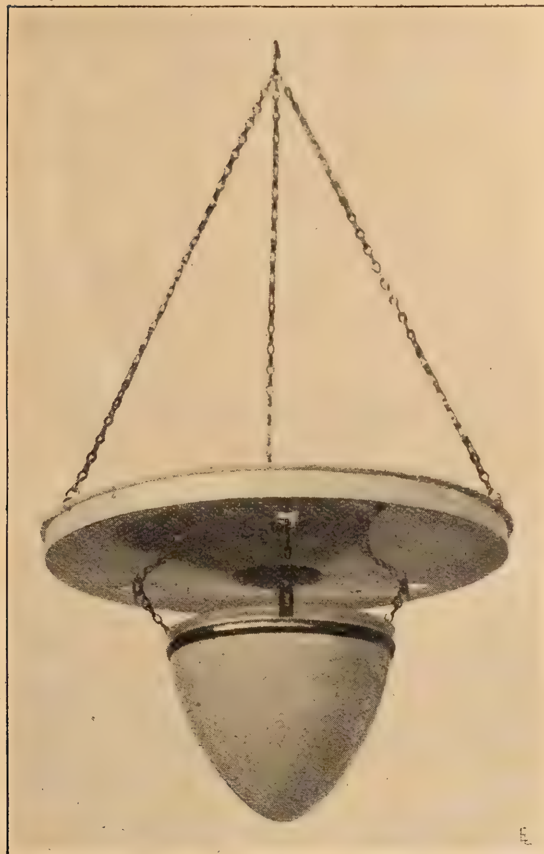


Fig. 8. — Appareillage d'éclairage direct.

Les chiffres ci-dessous donnent les résultats d'essais effectués à ce sujet avec des réflecteurs coniques de 34 centimètres de diamètre et de 140° d'angle d'ouverture. La source était composée de trois lampes à incandescence de 16 bougies. Les intensités lumineuses moyennes ont été les suivantes :

	bougies
Sans réflecteur	40
Réflecteur en verre ordinaire	42
— à surface intérieure mate	41
— — laquée blanc	50
— en verre opalin	53
— — prismatique	53

Comme on le voit, ces résultats qui s'appliquent à des intensités horizontales, sont déjà très différents suivant la nature de la matière jouant le rôle de réflecteurs, à plus forte raison, la forme interviendra pour répartir la lumière.



Fig. 9. — Appareil réflecteur en aluminium.

Cette forme employée pendant longtemps est loin de remplir les conditions nécessaires à un éclairage rationnel que nous avons exposées ; elle devient absurde et inélégante lorsque la puissance de la lampe augmente (fig. 10).

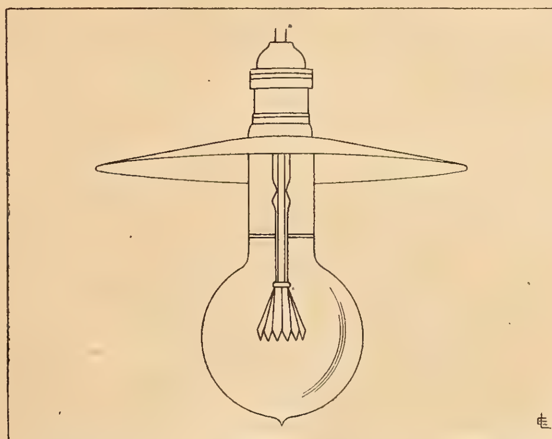


Fig. 10. — Un exemple d'équipement irrationnel.

(A suivre.)

R. Wolff,
Ingénieur E. T. P.

Entretien des batteries d'accumulateurs

DES VÉHICULES ÉLECTRIQUES

(Suite [1])

Traitement d'une batterie ou d'un élément sulfaté. — Le traitement général consiste toujours à donner aux éléments de longues charges avec surcharges, mais avec une intensité de courant la plus faible possible ($0^{A}2$ ou $0^{A}3$ par kilo de plaques). Ceci, quelle que soit la gravité de la sulfatation; seules, les modalités changent suivant qu'elle est plus ou moins profonde.

a) Dans le cas d'un élément isolé, on pourra essayer de le guérir en le surchargeant lentement avec une très faible intensité. Si le traitement ne suffit pas, on recommencera en ayant soin de laisser reposer l'élément pendant une heure pour chaque période de charge de deux heures. On continue cette surcharge à très faible intensité jusqu'à ce que la densité et le voltage cessent à la fois de monter.

Avec certains éléments très fortement atteints, ce traitement ne suffira peut-être pas toujours et il faudra alors le soumettre à un bain d'hydrogène, opération que nous décrirons plus loin.

b) Une batterie pourra être sulfatée, soit après être restée trop longtemps au repos, soit parce que les charges qu'elle aura reçues n'auront pas été complètes, soit parce qu'à plusieurs reprises elle aura été presque entièrement déchargée sans avoir reçu une charge complète.

On essaiera de guérir la batterie en lui donnant une surchage à faible intensité ($0^{A}2$ ou $0^{A}3$ par kilogramme de plaques). La batterie ne peut être considérée comme remise en état que lorsque la densité de tous les éléments est restée constante pendant une période d'au moins douze heures de charge continue à environ la moitié du régime de fin de charge. La température ne doit pas dépasser 43°; au besoin, il faut réduire ou même interrompre le courant.

Bain d'hydrogène. — On remplace l'électrolyte par de l'eau pure et on charge lentement au régime de $0^{A}2$ ou $0^{A}3$ par kilogramme de plaques jusqu'à ce que la densité atteigne 7° ou 8° (à cause de l'acide qui imprègne les électrodes).

On remplace alors à nouveau l'électrolyte par de l'eau pure et on continue la charge. On recommence l'opération jusqu'à ce que la densité reste constante à 3° ou 4°. En général, à ce moment, les plaques ont repris leur aspect normal.

Ce procédé n'est pas recommandable pour les plaques à formation Planté dont il hâte la destruction. D'ailleurs, ces opérations abrègent toujours l'existence des accumnlateurs.

Précautions contre la sulfatation. — Ne jamais pousser une décharge trop loin sans la faire suivre immédiatement d'une charge lente.

Ne jamais laisser une batterie au repos, même avec une très faible dépense, sans la recharger régulièrement et à faibles intervalles.

Enlever régulièrement les dépôts au fond des bacs; ces dépôts, très avides d'acide sulfurique, provoquent la sulfatation des parties inférieures des électrodes.

En temps normal, donner régulièrement à la batterie sa charge complète et la soumettre périodiquement à une surcharge à faible intensité.

Protéger les éléments contre toute chute de matières étrangères, métalliques ou non.

IX. — ÉLECTROLYTE

a) Accumulateur au plomb. — Dans l'accumulateur au plomb, l'électrolyte consiste en une dissolution d'acide sulfurique pur dans de l'eau pure. Quand on le fait entrer en service, la densité de l'électrolyte, à la fin de la charge, doit être comprise entre 1,275 et 1,290 à 25° C.

La densité de l'électrolyte est affectée par la température, mais peut être rapportée à 25° de la façon suivante : pour chaque 5° au-dessus de 25°, il faut retrancher trois chiffres au troisième chiffre décimal; inversement, pour chaque 5° au-dessous, il faut ajouter trois chiffres. Exemple : 1,285 à 15° équivaut à 1,279 rapporté à 25° et 1,285 à 35° équivaut à 1,291 rapporté à 25°.

Cette densité est exprimée soit en degrés Baumé, soit en kilos par litre. Nous employons indifféremment dans cet article l'un et l'autre système.

L'acide employé doit être exempt de matières étrangères et surtout de sels métalliques (arsenic, fer), de chlore et d'acide nitrique. On emploie généralement l'acide au soufre qui est le plus pur naturellement. Sa densité doit être environ de 1,835 à 1,840. L'acide doit être versé lentement dans l'eau en même temps qu'on agite la solution. *L'eau ne doit pas jamais être versée dans l'acide à cause du danger qui peut en résulter pour l'opérateur.* La solution ne doit être préparée que dans des récipients en porcelaine, en verre, en bois doublé de plomb et jamais dans des récipients métalliques autres que ceux en plomb.

L'eau doit être parfaitement pure, exempte de sels et d'impuretés.

(1) Voir *L'Electricien* du 15 mars 1922.

b) Accumulateurs alcalins. — L'électrolyte de ces accumulateurs consiste en dissolution de potasse ou de soude, à laquelle on ajoute diverses substances selon la formule de la Compagnie Edison : On achète l'électrolyte soit liquide, soit en poudre que l'on fait dissoudre dans de l'eau. L'électrolyte a besoin d'être renouvelé à d'assez longs intervalles qui sont déterminés par la densité. Dans les conditions normales, la densité de l'életrolyte d'un élément Edison doit être de 1,200 à 1,220. Quand les électrolytes à la potasse sont tombés à 1,160, il faut les renouveler. Les électrolytes au sodium peuvent être utilisés jusqu'à 1,130. La densité de l'électrolyte dans la batterie Edison ne change pas pendant la charge et la décharge, comme dans le cas des batteries au plomb, mais on observe une diminution graduelle de la densité quaud la batterie vieillit.

X. — ESSAIS.

Les essais les plus intéressants sont ceux de capacité, de rendement, de durée et de pureté de l'électrolyte.

a) Essais de capacité. — L'essai de capacité se fait en déchargeant la batterie à un régime fixé jusqu'à ce que la différence de potentiel aux bornes tombe à une certaine valeur appelée le voltage final (1v.,8 par exemple). *La capacité en ampères* est le nombre d'ampères multiplié par le nombre d'heures de la décharge. Bien entendu, il faut spécifier le régime de décharge car la capacité varie avce lui comme nous l'avons vu.

Pour les batteries des véhicules électriques, on prend souvent comme période normale de déchage cinq heures.

La capacité en watts-heure est égale à la capacité en ampères-heure multipliée par le voltage moyen. Quand il s'agit d'une batterie de véhicule, on a l'habitude de mesurer le voltage aux bornes de la batterie plutôt que pour chaque élément. Il y a cependant une faible perte de voltage due à la résistances des connexions entre éléments, de sorte que la somme des voltages moyens des éléments individuels peut être légèrement supérieure à celle indiquée par le voltage aux bornes de la batterie. Pour déterminer la capacité en watts-heure, il est nécessaire de calculer soigneusement le voltage moyen. Ceci peut être fait de deux façons. Si les lectures ont été prises à des intervales égaux, il est possible de calculer la force électromotrice moyenne d'après les lectures individuelles et l'heure. On peut aussi porter les lectures de voltage en ordonnée et intégrer la courbe obtenue à l'aide d'un planimètre.

Précautions à prendre pour l'essai de capacité. — *Température.* En général, on observe de plus grandes capacités avec des températures plus élevées; cependant, en faisant les essais la température de la batterie ne doit pas dépasser 43° C.

Densité de l'électrolyte. —Avant de commencer les essais, il faut la régler conformément aux indications données aux chapitres IX et XI.

Charges et décharges avant l'essai. — Il arrive souvent que la batterie ne donne toute sa capacité qu'après plusieurs charges et décharges successives. Il faudra donc prendre cette précaution avant de commencer l'essai.

Age et état. — L'âge et l'état de la batterie ont aussi une certaine influence sur la capacité. Il arrive fréquemment que de nouvelles batteries donnent une capacité croissante avec des charges et décharges successives, ceci pendant une période limitée après laquelle la capacité reste pratiquement constante pendant longtemps avant de décroître. Quand la batterie est presque usée, la capacité peut être de beaucoup inférieure à la valeur calculée quelque temps auparavant.

b) Essai de rendement. — Le rendement en ampères-heure est le rapport des ampères-heure produits au nombre d'ampères-heure fournis. Le rendement en voltage est le rapport du voltage moyen de décharge au voltage moyen de charge. Le rendement en watts-heure est le rendement en ampères-heure multiplié par le rendement en voltage. On calcule généralement ce dernier au moyen des watts-heure produits et des watts-heure fournis. Lorsqu'on considère le coût de fonctionnement d'une batterie d'accumulateurs, le rendement en watts-heure est un des facteurs les plus importants.

On a l'habitude d'exprimer le rendement au régime normal de décharge; le rendement est inférieur aux régimes plus élevés. La température affectant la capacité de la batterie, si on ne peut la charger ou la décharger à la température normale, il faut apporter une correction aux résultats.

c) Essai de durée. — La détermination de la durée d'une batterie d'accumulateurs demande longtemps et nécessite un équipement automatique. Bien que cet essai soit recommandable, il est difficile et coûteux de le faire. Si on le fait au laboratoire, il faut prendre soin de charger et de décharger la batterie un nombre déterminé de fois par jour.

d) Essai de l'électrolyte. — Densité. — La mesure de la densité donne une idée approximative de l'état de la charge de la batterie. La variation de la densité de l'électrolyte durant la charge et la décharge est visible sur les courbes données précédemment. En général, la densité à la fin de la charge est de 30 à 32 degrés. Elle peut tomber à 18 et même à 12 degrés en fin de décharge.

Pureté. — Nous avons dit plus haut que les impuretés que l'on rencontre dans l'électrolyte sont l'arsenic, le fer, le chlore, l'acide nitrique, le cuivre, le manganèse... Chaque constructeur donne des chiffres différents pour la teneur de l'électrolyte en matières diverses à ne pas dépasser.

XI. — CHARGE.

On ne peut utiliser que du courant continu pour la charge. Si l'on n'a à sa disposition que du courant alternatif, il faut le transformer soit au moyen d'un convertisseur synchrone, soit au moyen d'un groupe générateur, soit au moyen d'un redresseur à arc de mercure, ou de tout autre dispositif redresseur.

Il y a deux systèmes généralement en usage : *a*) à intensité constante ; *b*) à voltage constant. Ce dernier système est parfois modifié légèrement par l'addition d'une résistance fixe de faible valeur en série avec la batterie, de façon à limiter l'intensité.

a) *Intensité constante.* — Dans le système à intensité constante le courant est maintenu constant au moyen d'un rhéostat en série avec la batterie et que l'on manœuvre au cours de la charge. Si la batterie a dépensé un nombre n ampères, on en récupérera la moitié, soit $\frac{n}{2}$, au régime normal de charge (2A5 ou 3 ampères par kg de plaques). On prendra ensuite un régime de 1A à 1A5 par kg de plaques jusqu'à obtenir le voltage de 2 v. 35. Mettre alors au régime de 0A50 à 0A80 et terminer ainsi la charge après deux heures de voltage constant.

Ne jamais dépasser une température de 45°, au besoin stopper la charge.

Le voltage du circuit de charge ne doit pas dépasser approximativement 2 v., 5 par élément aux températures normales avec une intensité de courant égale à la moitié de la valeur du régime de fin de charge aux températures ordinaires. Quand le voltage du circuit dépasse cette valeur, la résistance maximum du rhéostat doit être suffisante pour permettre une réduction du voltage à cette valeur. Il est bon également que la capacité en ampères soit suffisante pour permettre une intensité égale à trois ou quatre fois la valeur normale, à condition que les conducteurs de charge puissent supporter sans danger cette intensité (pour les cas de charge rapide à forte intensité, comme on le verra plus loin). Dans une nouvelle installation il est très facile d'obtenir cette condition.

L'effet d'un voltage dépassant 2 v., 5 par élément est une perte continue pendant la charge, à cause de la résistance supplémentaire nécessaire pour réduire le voltage à la valeur convenable.

La valeur en ohms d'une telle résistance est :

$$\frac{A - (B \times C)}{D}$$

où A = voltage du système

B = nombre d'éléments de la batterie.

C = volts par éléments = constante = 2,5 pour tous les types d'accumulateurs au plomb = 1,7 par élément pour les accumulateurs alcalins.

D = 50 % du nombre d'ampères à la fin de la charge.

Exemple. — Supposons une batterie de 24 éléments ayant un régime normal de charge de 45 ampères et un régime de fin de charge de 18 ampères ; le courant de charge est à 118 volts.

La résistance en ohms est :

$$\frac{110 - (24 \times 2{,}5)}{9} = 5{,}6$$

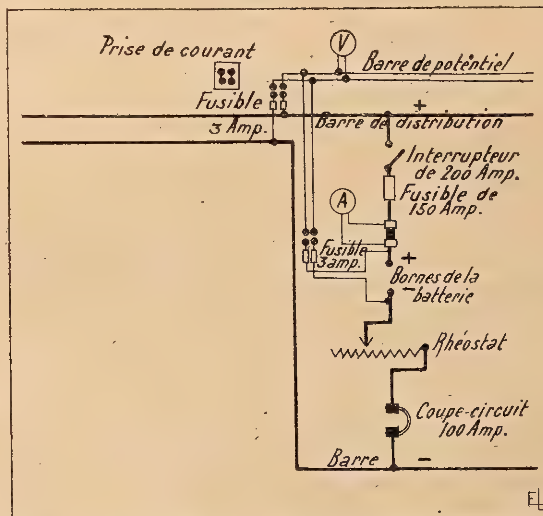


Fig. 8. — Installation de charge à intensité constante.

La méthode de charge à intensité constante est beaucoup plus compliquée que la méthode à potentiel constant et nécessite plus de soins.

La figure 8 donne les connexions pour un circuit de charge à intensité constante.

b) *Potentiel constant.* — Dans la méthode à potentiel ou à voltage constant le voltage est maintenu à une valeur constante fixée par élément.

Pour les batteries au plomb le voltage maximum ne doit pas dépasser 2,4 volts par élément et le voltage minimum ne doit pas être inférieur à 2,2 volts par élément. Le voltage moyen doit être environ 2,3 volts par élément. Ces valeurs sont celles du voltage aux bornes de la batterie. En pratique le voltage à la barre de distribution peut varier entre 2,5 volts et 2,75 volts par élément.

Le temps nécessaire pour qu'une batterie complètement déchargée reçoive une charge de 100% — le nombre d'ampères-heure obtenues à la décharge précédente — sera d'environ 3 heures, ou 60% du temps de décharge normale.

Il arrive parfois que le générateur n'ait qu'une capacité relativement faible. Dans ce cas il est bon de limiter le courant initial et pour cela il faut placer une résistance de faible valeur en série avec la batterie. C'est le système à voltage constant modifié ou semi constant. La fig. 10 donne le schéma des connexions pour un tel système avec la distribution à trois fils.

La figure 10 donne une série de courbes permettant d'obtenir la valeur de la résistance et du courant initial dans le système à voltage constant modifié.

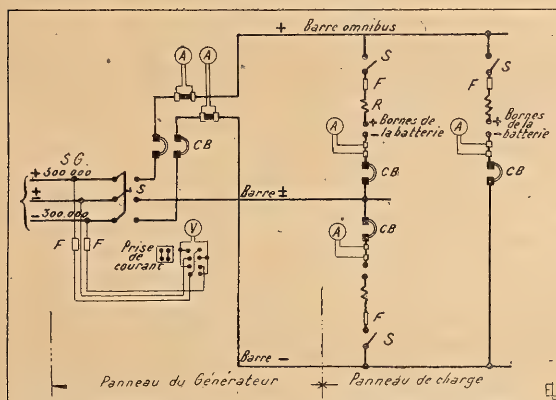


Fig. 9. — Installation de charge à voltage semi-constant.
LÉGENDE : A = Ampèremètre; CB = Coupe-circuit; F = Fusible; R = Rhéostat; S = Interrupteur; V = Voltmètre.

L'échelle horizontale donne le voltage à la barre de distribution par élément, c'est-à-dire le voltage total du système de charge divisé par le nombre d'éléments dans la batterie. L'échelle verticale pour le groupe de courbes inférieur donne les valeurs de la résistance en ohms par éléments; cette valeur multipliée par le nombre d'éléments de la batterie donne la valeur de la résistance fixe à employer dans le circuit de charge. L'échelle verticale pour le groupe de courbes supérieur donne la valeur initiale du courant de charge.

Les valeurs obtenues ne sont pas absolument constantes mais varient avec la température, l'âge des éléments, les périodes de repos après décharge, etc.

Ces courbes s'appliquent à un élément de 15 plaques avec une capacité de 238 ampères-heure au régime de décharge en 6 heures. Pour les rendre applicables à d'autres éléments il faut leur apporter des corrections basées sur la capacité au régime correspondant de décharge. Ainsi pour un élément de 13 plaques d'une capacité de 147 ampères-heure à ce régime, il faut multiplier par $\frac{147}{138} = 0,62$ la valeur de l'intensité lue sur la courbe, pour obtenir la valeur exacte pour ce nouvel élément. La valeur de la résistance lue sur la courbe doit être divisée par cette constante et multipliée par le nombre d'éléments de la batterie.

Supposons une batterie de 12 éléments ayant chacun 13 plaques et une capacité de 147 ampères-heure, un voltage à la barre de distribution de 2,5 volts par élément et 6 heures de temps disponible pour la charge. L'intensité initiale lue sur la courbe de 6 heures du groupe supérieur et correspondant à 2 volts 5 par élément est de 91 ampères;

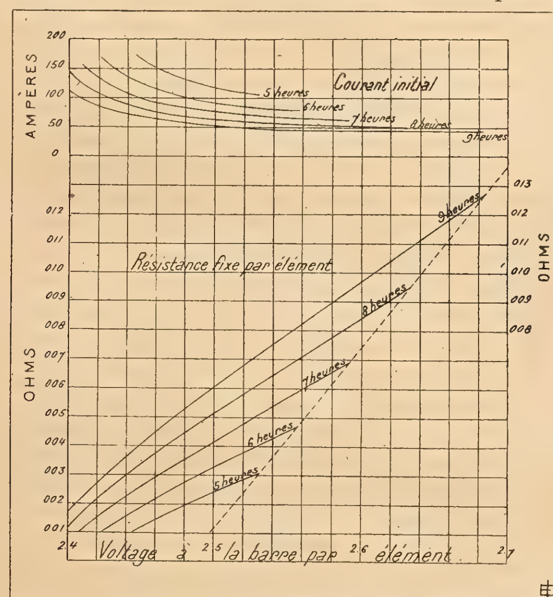


Fig. 10. — Résultats de la charge par la méthode à potentiel constant modifiée, pour les accumulateurs au plomb. Les heures indiquées représentent le temps nécessaire pour une charge complète avec une surcharge de 15 % après décharge complète au régime de 6 heures.

cette valeur multipliée par la constante 0,62 donne l'intensité initiale (56 amp. 5) qu'il faut fournir au circuit de charge. La résistance lue sur le groupe inférieur donne 0,0033 ohm; ce chiffre divisé par la constante 0,62 et multiplié par 12 donne 0,064 ohm, valeur de la résistance fixe à employer dans le circuit de charge.

Pour les accumulateurs alcalins le voltage à fournir ne doit pas être inférieur à 1,70 volt par élément. Le voltage au panneau de charge doit être légèrement supérieur à cette valeur. En pratique ce voltage sera d'environ 2 volts par élément. Quand les batteries de ce type doivent être chargées au moyen du système à potentiel constant modifié,

la résistance R (fig. 9) doit être court-circuitée ou supprimée, ou alors il faudrait augmenter le voltage pour compenser la perte due à cette résistance.

Le système à potentiel constant est préférable en général au système à intensité constante car il est automatique, ne demande que peu d'attention et nécessite moins de temps pour une charge complète.

c) *Indices de fin de charge.* — Ils sont variables avec le genre des éléments. Il faudra donc s'inspirer des indications des constructeurs. Cependant on pourra considérer la charge comme terminée lorsque l'on observera simultanément les signes suivants (après une charge méthodique et lente bien entendu) :

Densités. — Les densités devront avoir cessé de croître depuis une demi-heure. Les charges complètes précédentes donneront une indication de la valeur moyenne de ces densités.

Il faudra faire attention à la température des éléments en fin de charge ; en général les densités pourront être en été moins élevées de 1° à 1°5 Baumé qu'en hiver. En tous cas les éléments ne devront jamais dépasser une température de 45° C.

Voltages. — Les voltages devront être constants depuis deux heures environ. Certains constructeurs veulent 5 à 6 heures de voltage constant, d'autres seulement 1/2 heure à 1 heure.

Bouillonnements. — Quand la batterie sera complètement chargée, si l'on arrête la charge pendant 10 à 15 minutes, les bouillonnements apparaîtront aussitôt que l'on remettra en charge. C'est là un des indices les plus certains.

d) *Charge de compensation.* — Une fois par semaine les batteries au plomb employées sur les tracteurs ou camions automobiles devront recevoir une surcharge ou charge compensatrice. Elle est conduite au début comme la charge ordinaire ; à partir de 2,35 (ou le chiffre obtenu normalement) on continuera avec un régime moitié du régime de fin de charge normal jusqu'à ce que les bouillonnements se produisent uniformément et que trois lectures consécutives de la densité et du voltage prises à des intervalles d'une demi-heure n'aient révélé aucune augmentation de ces caractéristiques. Si un élément dépasse une température de 43° C, il faut le mettre hors circuit et le laisser refroidir.

Une fois par mois il faut prendre le voltage et la densité de chaque élément. Les lectures faites serviront pour indiquer un incident tel qu'une fuite ou la sulfatation d'un élément.

La densité des éléments individuels doit être réglée à sa valeur convenable quand la batterie entre en service ou quand il a été nécessaire d'ajouter de l'électrolyte à un élément pour remplacer l'électrolyte qui a été renversé ou perdu de toute autre façon. Ceci doit être fait à la fin de la charge compensatrice. Si la densité de l'élément est trop élevée, il faut retirer une partie de l'électrolyte à l'aide d'une seringue et la remplacer par de l'eau distillée. On augmente la densité en ajoutant de l'électrolyte. Il faut continuer la charge suffisamment longtemps pour mélanger l'électrolyte. La valeur finale est indiquée par plusieurs lectures consécutives à des intervalles de 15 minutes.

Les batteries alcalines n'ont pas besoin de cette charge compensatrice.

e) *Charge rapide.* — Dans certaines conditions la capacité en ampères-heure de la batterie peut être insuffisante pour le travail journalier.

Il faut alors avoir recours à une charge à régime élevé pendant un temps très court ; cette charge a généralement lieu aux heures de midi.

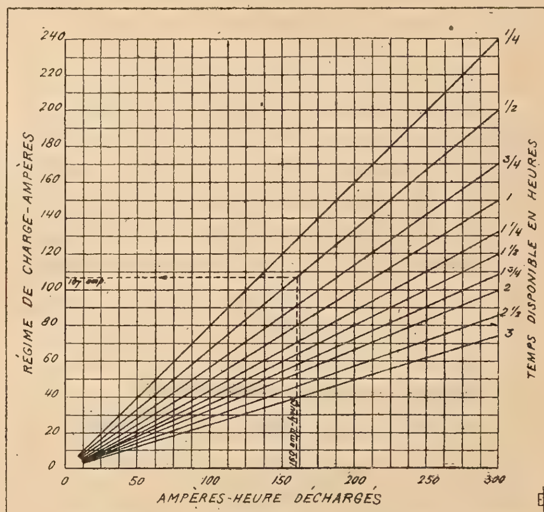


Fig. 11. — Régimes de charge rapide.

La figure 12 donne les valeurs de l'intensité à employer en fonction du temps disponible, pour l'accumulateur au plomb. Pour l'accumulateur alcalin, il faut veiller à ne pas dépasser la température de 46° C. La Compagnie Edison donne pour son type A les indications suivantes :

5 minutes à 5 fois le régime normal,
15 minutes à 4 fois le régime normal,
30 minutes à 3 fois le régime normal,
60 minutes à 2 fois le régime normal.

XII. — AVARIES DES ACCUMULATEURS

Nous avons déjà parlé de la sulfatation. Il nous reste à parler rapidement des court-circuits intérieurs et des décharges spontanées.

Court-circuits intérieurs. — On reconnaît qu'un élément a des court-circuits intérieurs lorsque son

voltage est nettement plus faible que celui des autres surtout à la charge. Un court-circuit amène presque fatalement une sulfatation partielle, et ses effets peuvent être masqués par ceux de la sulfatation, surtout lorsqu'ils sont faibles.

Si à la charge un élément a paru sulfaté, et que son voltage au repos en circuit ouvert soit faible, il a un court circuit.

Un court-circuit peut-être dû :

1° A la présence d'un corps étranger métallique ou, non tombé entre les plaques.

2° A une chute de matière active entre les plaques.

3° A l'éclatement ou au gondolement des armatures des plaques à grilles, conséquence d'une décharge à intensité trop forte ou d'une mise en court-circuit de l'élément ou de la batterie.

4° Au foisonnement de certaines positives ou au fait que d'autres tombent en poussière.

Décharge spontanée. — Cet accident est dû souvent à des courts-circuits intérieurs non métalliques et à forte résistance ohmique, ce qui peut cacher les signes habituels.

La cause la plus habituelle est cependant la présence d'impuretés dans l'électrolyte, surtout avec les accumulateurs actuels. Ce sont des sels métalliques (fer, antimoine, arsenic, zinc, argent...) dont la provenance est très diverse.

Celui de ces corps qu'on trouvera en plus grande quantité et le plus souvent c'est le fer, surtout lorsque les positives sont entourées par un sac d'amiante qui maintient les pastilles et les empêche de tomber. (Cette disposition se rencontre chez certains constructeurs).

XIII. — ENTRETIEN DES ÉLÉMENTS DE RECHANGE

a) Accumulateurs au plomb.

I. — Éléments neufs n'ayant jamais servi. — Dans ce cas il faut les conserver tels qu'ils sont arrivés de la maison. Ils peuvent rester ainsi indéfiniment sans entretien.

II. — Conservation à l'état humide. — Ce procédé sera employé seulement lorsqu'on pourra surveiller l'élément et le charger périodiquement.

Remplacer l'électrolyte par de l'eau pure ou de l'électrolyte à 4° ou 5° Beaumé ; charger à 0 A 5 ou 1 A par kilogramme de plaques jusqu'à ce que le voltage reste constant pendant deux ou trois heures et que l'électrolyte n'ait que 10° Beaumé environ.

Isoler les éléments et les laisser au repos en protégeant soigneusement les bornes.

Maintenir le niveau de l'électrolyte par addition régulière d'eau pure.

Toutes les deux ou trois semaines, faire une charge comme ci-dessus, à 0 A 5 ou 1 A, très lente jusqu'à avoir le voltage constant pendant deux ou trois heures. Après chaque charge on relève la perte de capacité et on espace en conséquence les charges suivantes.

III. Conservation à l'état sec. — Ce procédé sera employé lorsque le précédent sera impossible et que l'on ne pourra pas surveiller les éléments. Il sera d'ailleurs employé de préférence à tout autre.

Abaisser préalablement la densité de l'électrolyte à 15° Beaumé par siphonnage et addition d'eau pure.

Décharger complètement l'élément à faible intensité (0 A 5 par kilo) jusqu'au voltage de 1 V 70 ; on décharge l'élément à cause de l'échauffement considérable des négatives chargées au contact de l'air, le plomb pur étant avide d'oxygène et la formation produisant beaucoup de chaleur.

Vider l'électrolyte en le siphonnant ; sortir les plaques et les laver à l'eau douce ; bien les égoutter et les laisser sécher.

Si les négatives ont tendance à s'échauffer au bout de quelques heures, les arroser avec de l'eau jusqu'à refroidissement et les laisser ensuite bien sécher.

Nettoyer et sécher les bacs et y remettre les blocs de plaques après séchage bien complet.

Mettre les éléments ainsi préparés dans un local où ils seront à l'abri de l'humidité et des grands écarts de température.

b) Accumulateurs alcalins.

Les éléments devront être remplis à un niveau uniforme et les sommets bien nettoyés pour enlever tout dépôt. Les batteries peuvent alors être mises dans un endroit sec, propre, pendant une durée indéfinie, sans soins, dans n'importe quel état de charge.

G. MALGORN.

Accidents mortels par courants continus à 220 volts.

On sait que les courants continus à 500 volts sont relativement moins dangereux que les courants alternatifs à 100 volts et que les courants à haute fréquence sont généralement sans danger. Cependant des accidents mortels sont dûs à des courants continus de faible potentiel. Trois cas tout à fait récents se sont produits dans une mine de charbon en Haute-Silésie. Un homme fut trouvé mort pour avoir touché un fil de trolley à 220 volts ; la température dans la mine était de 28°C et l'homme qui n'avait qu'un pantalon et ses souliers transpirait au moment de l'accident. Ailleurs, deux hommes furent tués pour avoir touché un fil de trolley rompu ; ils étaient montés sur un wagonnet en fer ; un troisième mineur qui se trouvait avec eux, put être rappelé à la vie.

M. G.

Calcul d'une bobine d'excitation.

Que la bobine d'excitation soit destinée aux pôles d'une génératrice, à un électro-aimant ou à l'un quelconque de ses multiples usages, son calcul est un problème assez difficile à ordonner, si l'on veut concilier les conditions de tension d'alimentation, de nombre d'ampères-tours, de perte de puissance et d'échauffement; et les méthodes employées exigent quelques tâtonnements. Celle que nous allons exposer s'applique à une bobine dont la section a une forme quelconque. Nous prendrons comme point de départ arbitraire l'épaisseur e du bobinage. Sans dépasser 3 centimètres afin d'avoir un échauffement homogène, nous choisirons pour e une grandeur en rapport avec les dimensions d'une spire. La longueur l_1, d'une spire intérieure, et l_2 d'une spire extérieure étant de ce fait déterminées, nous connaîtrons la longueur $= \frac{1}{2}(l_1 + l_2)$ de la spire moyenne.

Données du problème. — En général, les deux données, absolument invariables, sont le nombre d'ampères-tours A à réaliser et la tension d'alimentation U volts. Une troisième donnée moins définitive est la perte de puissance p watts dans l'excitation.

Remarque 1. — La section s mm² du fil étant indépendante de p, A et U suffisent à la déterminer.

Calcul de la section du fil. — N étant le nombre de spires, l la longueur de la spire moyenne en mètres, ρ la résistivité du cuivre en ohms mm²m, nous avons

$$\text{d'une part : } R = \rho \frac{Nl}{s}$$

$$\text{d'autre part : } R = \frac{U}{I} = \frac{NU}{NI} = \frac{NU}{A}$$

$$\text{d'où : } \rho \frac{Nl}{s} = \frac{NU}{A} \text{ et } s = \rho \frac{lA}{U}$$

Remarque 2. — La section du fil étant déterminée et la bobine faite sur une épaisseur e, quel que soit le nombre de spires N et, par suite, quelle que soit la longueur donnée à la bobine, A sera réalisé sous la tension U. Mais la perte de puissance dans la bobine sera inversement proportionnelle au nombre de spires et, par suite, au poids de cuivre employé.

Calcul du nombre de spires. — Nous avons,

$$\text{d'une part : } I = \frac{A}{N}$$

$$\text{et d'autre part : } I = \frac{p}{U}$$

$$\text{donc : } \frac{A}{N} = \frac{p}{U} \text{ et : } N = \frac{AU}{p}$$

Les inconnues s et N du problème étant données par les formules établies : $s = \rho \frac{lA}{U}$ et $N = \frac{AU}{p}$, et connaissant l'épaisseur de l'isolant du fil, nous pouvons prévoir le volume de la bobine et la longueur qu'elle occupera. Sa surface extérieure S_1 et sa surface intérieure S_2 seront par suite connues.

Echauffement. — Etant donné que pour 1 degré de surélévation de température, 1 décimètre carré de surface de refroidissement évacue sous forme de chaleur une puissance variable avec la ventilation et comprise entre 2,5 et 6 watts, nous aurons pour élévation de température : $T^o = \frac{1}{2{,}5 \text{ à } 6} \times \frac{p}{S}$ (suivant le cas, S sera : S_1, S_2, ou $S_1 + S_2$). Si T n'est pas admissible, il faudra choisir p plus petit ou modifier les dimensions de la bobine. Nous pourrons admettre qu'avec un enroulement d'épaisseur e', nous aurons :

$$T' = T \times \frac{e'}{e}.$$

Modification de l'épaisseur. — Quand pour une raison d'échauffemeut, e demande à être modifiée, il suffit de refaire le problème en partant de $e' = e \times \frac{T'}{T}$. Quand une raison d'emplacement exige une modification de la longueur L, on pourra admettre que pour aboutir à une longueur L′, il suffit de partir de $e' = e \times \frac{L}{L'}$.

Il est à remarquer dans ces modifications que le nombre de spires ne change pas et que leur section varie très peu. On trouvera en général pour section du fil une valeur différente d'une valeur courante : il faut se garder de trop arrondir la valeur trouvée, et il sera préférable de faire un choix judicieux de e au cours des modifications signalées.

Ce problème qui conduit à des résultats exacts quant aux ampères-tours d'excitation et à la perte de puissance, n'est pas susceptible de donner l'élévation de température d'une façon précise, laquelle ne peut être qu'un résultat d'expérience.

J. Vuillermoz, *Ingénieur I. E. G.*

Informations.

Autorisations. — Concessions.

Ardennes, Meurthe-et-Moselle, Meuse, Vosges. — La Commission technique des Sociétés d'énergie électrique a sollicité l'autorisation d'utiliser, par dérogation aux prescriptions de l'article 5, paragraphe 5, de l'arrêté technique du 30 juillet 1921, le dispositif de raccordement connu sous le nom de « manchon Pairard » en vue de remplacer, sur la ligne électrique d'Etat Vincey-Laneuveville-Landres-Mohon, les épissures dans les portées contiguës aux traversées de voies publiques.

Conformément à l'avis émis sur cette affaire par le Comité d'Electricité, la dérogation demandée a été autorisée. J. R.

Gironde. — M. Samuel Meynard, propriétaire, demeurant au Moulin de la Garde, à Saint-Laurens d'Arce, a sollicité l'autorisation d'établir, sous le régime des permissions de voirie, une distribution publique d'énergie électrique dans ladite commune.

Maine-et-Loire. — La Société « L'Omnium Français d'Electricité » a décidé de ne pas donner suite à la demande de concession d'Etat qu'elle avait présentée en 1919 pour l'établissement d'une ligne de distribution d'énergie électrique entre Segré, La Flèche et Le Mans.

Indre. — Le Conseil général du département de l'Indre a émis un vœu tendant à ce que l'une des lignes à haute tension de la distribution d'énergie électrique à alimenter par le barrage d'Eguzon passe par La Châtre.

L'énergie produite par l'usine d'Eguzon sera en partie transformée à 150.000 volts pour être transportée vers Paris ou vers les lignes électrifiées par la Compagnie P.-O.

Mais les articles 22 et 24 du cahier des charges de la concession de l'usine d'Eguzon à l'Union hydro-électrique (U. H. E.) réserveront, d'une part, pour les services publics en général, et, d'autre part, pour être laissée dans les départements riverains et rétrocédée par le Conseil général, une certaine quantité d'énergie ne pouvant dépasser, d'après la loi du 16 octobre 1919, le quart de l'énergie dont l'usine disposera aux divers états du cours d'eau.

Ce contingent sera, aux termes d'accords passés entre l'U. H. E. et la Société Production, Transport et Distribution d'énergie électrique (P. T. D. E.) mis à la disposition de cette dernière société.

La P. T. D. E. aura ainsi à prendre livraison à l'usine d'Eguzon de cette énergie pour la distribuer à ses clients dont certains sont situés dans le département de l'Indre.

Enfin, au cas où la P. T. D. E. serait défaillante, l'U. H. E. s'engagera, dans la convention de concession de l'usine d'Eguzon, à mettre aux bornes de l'usine, à la disposition des clients ayant passé des contrats avec la P. T. D. E., l'énergie que cette dernière société serait en droit de prendre à l'usine, en vertu de ses accords avec l'U. H. E.

Le département de l'Indre est ainsi assuré de pouvoir prendre aux bornes de l'usine d'Eguzon une quantité intéressante d'énergie, et d'en organiser la distribution dans le département, soit en s'adressant à la P. T. D. E., soit au moins pour une fraction de cette énergie, en s'adressant à une autre société, soit par tout autre combinaison.

La distribution de l'énergie prise à l'usine d'Eguzon sera faite par des lignes électriques à établir sous le régime de la concession, et c'est à l'occasion de l'établissement de ces lignes que le Conseil général pourra utilement envisager un tracé desservant l'arrondissement de La Châtre.

Marne. — La ville de Reims a soumis à l'Administration des Travaux Publics un nouveau projet de concession destiné à remplacer le traité existant avant la guerre pour la distribution de l'énergie électrique dans la ville précitée.

Ce projet qui contient des dérogations au cahier des charges type sera vraisemblablement soumis assez prochainement au Conseil d'Etat.

Nord. — La Compagnie Electrique du Nord qui a déposé en 1920 une demande de concession par l'Etat d'une distribution d'énergie électrique aux services publics a obtenu l'autorisation de construire immédiatement : 1° un branchement aérien à haute tension destiné à l'alimentation de la minoterie Bourlens à Wattignies ; 2° une ligne à 15.000 volts (branchée sur la ligne haute tension Don-Fournes) destinée à l'alimentation de l'usine de MM. Leghié-Méplaux à la Fontaine (commune de Wavrin, Nord) et qui doit faire partie intégrante de la concession.

Seine-et-Oise. — La Société « Le Triphasé » a sollicité l'autorisation d'établir une ligne de distribution d'énergie électrique allant de Génicourt à Livilliers destinée à l'alimentation de cette commune.

Ladite ligne doit être comprise dans la demande de concession d'Etat précédemment déposée par cette société.

Valeur des Index économiques électriques.

4e Trimestre 1921 (*Suite* [1]).

Départements.	*Haute tension.*	*Basse tension.*
Bouches-du-Rhône	123	172
Alpes-Maritimes	123	172
Ardèche	123	172
Ariège	123	172
Basses-Alpes	123	172
Hautes-Alpes	123	172
Aude	123	172
Drôme	123	172
Gard	123	172
Hérault	123	172
Lozère	123	172
Pyrénées-Orientales	123	172
Var	123	172
Vaucluse	123	172
Loiret	161	210

Index spéciaux pour l'année 1921.

	Haute tension.	*Basse tension.*
1° Trimestre 1921.		
Compagnie d'Electricité d'Angers (Centrale d'Angers)	192	243
Société d'Electricité de l'Ouest (Centrale de Segré)	287	339
Société de Production, transport et distri ution	191	242
Société Le Centre Electrique	227	279
Société d'Electricité et Gaz du Nord	196	248
Société d'Electricité de Valenciennes-Anzin	171	223
2e Trimestre 1921.		
Société de Production, transport et distribution	210	258
Société Le Centre Electrique	180	228
Compagnie d'Electricité d'Angers	197	245
Société de Distribution d'Electricité de l'Ouest	226	274
3e Trimestre 1921.		
Compagnie d'Electricité d'Angers	173	221
Société de Distribution d'Electricité de l'Ouest	178	226
Société de Production transport et distribution	175	224
Société Le Centre Electrique	181	229
4e Trimestre 1921.		
Société de Production transport et distribution	161	210
Société Le Centre Electrique	167	216

Prix des charbons pr l'industrie électrique.

4e Trimestre 1921.

Départements. Raison sociale. Usines.	*Prix homologués.*
Cher. — Production, transport, distribution. Usine à Bourges	126 fr. 46
Cher. — Le Centre Electrique. Usine à Vierzon	132 fr. 50
Ardennes. — L'Est Electrique. Usine à Mohon	115 fr. 86
Bouches-du-Rhône. — Compagnie d'électricité de Marseille. Usine à Marseille	87 fr. 95
Loiret. — Société Orléanaise pour l'éclairage au gaz et à l'électricité. Usine à Orléans	126 fr. 12

(1) Voir *L'Electricien* du 15 mars 1921.

Prix des charbons des chemins de fer de l'Etat. Le prix moyen des charbons menus achetés par les chemins de fer de l'Etat pendant l'année 1921 se monte à 156 fr. 32 la tonne sur wagon réseau.

Ce prix ne tient pas compte des charbons menus d'Ostricourt cédés par le Service des charbons au prix de 45 francs la tonne prise en stock. Ces menus étant de qualité insuffisante exigent un mélange avec du charbon gras, ce qui en augmente le prix de revient; si on comprend le prix de ces menus dans le chiffre ci-dessus le prix moyen des menus deviendrait : 138 fr. 51.

Approbation de compteurs électriques.

Par arrêté du 20 février 1922, le ministre des Travaux publics a approuvé pour les installations à 2 fils et jusqu'à 10 ampères le compteur ampère-heure-mètre, à courant continu, type L. C. de la Sangamo Electric Company (Springfield).

Demande de concession par un département.

Le département de la Savoie a demandé la concession d'une ligne de distribution d'énergie électrique aux services publics de Venthon à Chambéry. Cette demande soulève une question de législation nouvelle car dans la loi du 15 juin 1906 les départements ne sont pas désignés comme susceptibles d'être concessionnaires de distribution d'énergie électrique. Le dossier de cette affaire doit être soumis prochainement au Conseil d'Etat mais en raison des délais assez longs de l'examen d'une affaire de cette importance, le département a demandé l'autorisation de commencer, dès maintenant, l'exécution des travaux, car d'après les conventions intervenues entre le département et les groupements intéressés, cette ligne doit être prête à fonctionner le 1er mai 1923.

Dans ces conditions, le ministre des Travaux publics a considéré qu'en raison de l'importance financière des contrats passés par le département pour l'exécution de cette ligne il n'y avait pas lieu d'attendre l'accomplissement de toutes les formalités administratives pour laisser entreprendre l'établissement de la ligne et il a autorisé l'exécution provisoire des travaux, aux risques et périls du département, et sous réserve de l'observation des conditions techniques imposées par l'arrêté du 30 juillet 1921.

LÉGISLATION

Exploitations en régie.

La question s'est posée pour diverses distributions d'énergie électrique, exploitées en régie antérieurement à la publication des décrets du 30 août et 8 octobre 1917 de savoir si, conformément à des instructions récentes, les communes étaient tenues de régulariser les conditions de cette régie pour les rendre conformes aux dispositions des deux décrets précités.

Dans une décision intervenue à la fin de 1921, le ministre des Travaux Publics saisi de cette question a fait connaître que le règlement d'administration publique du 8 octobre 1917 qui détermine l'organisation des régies comporte les dispositions ayant un caractère d'ordre public auxquelles il n'est pas permis de se soustraire.

Les régies antérieures à 1906 doivent donc être obligatoirement régularisées en conformité de la législation nouvelle qui les oblige, notamment, à soumettre chaque année les comptes de la régie à l'examen de la Cour des Comptes ; l'omission de cette formalité aurait pour effet de rendre les comptables et la municipalité personnellement responsables de la gestion de la régie.

Le Régime de l'électricité en Alsace et Lorraine.

En exécution du décret du 12 avril 1920 rendant applicable à l'Alsace et à la Lorraine la loi du 15 juin 1906 sur les distributions d'énergie les dispositions techniques prescrites par l'arrêté du 30 juillet 1921 vont se trouver applicables aux réseaux de distribution d'énergie électrique des provinces reconquises.

A ce sujet, la question s'est posée de savoir s'il convenait d'exiger l'application stricte des dispositions de ce règlement relatives aux inscriptions à placer sur les supports « Défense absolue de toucher aux fils même tombés à terre — Danger de mort » qui figurent sous le paragraphe 4 de l'article 3 de l'arrêté précité du 30 juillet 1921.

Les réseaux existant actuellement en Alsace-Lorraine ont, en effet, été établis selon les prescriptions de l'Association des électriciens allemands et les expressions dont il s'agit ne correspondent, qu'en partie, aux inscriptions françaises ; elles sont ainsi conçues : « Ne pas toucher — Danger de mort. — Haute tension ».

On pouvait se demander s'il y avait lieu, dans ces conditions, d'ordonner la modification des inscriptions allemandes pour les mettre en harmonie avec les dispositions françaises, d'autant plus que si le texte allemand ne contient pas la prescription apportée par l'inscription française, par contre le sens en est le même.

Le comité d'électricité a estimé qu'il convenait de prescrire le remplacement obligatoire des plaques en usage, par d'autres conformes au modèle français, dans un délai maximum de 5 ans, étant bien entendu qu'au cas où une détérioration des plaques, survenant auparavant, nécessiterait leur mise hors service, les plaques nouvelles devraient être conformes aux prescriptions de l'arrêté technique du 30 juillet 1921 (art. 3, paragraphe 4).

Il va sans dire que les réseaux qui sont en construction ou qui seront installés dans l'avenir devront porter immédiatement la mention exigée par le règlement français.

Dans un souci de sécurité publique, il a paru nécessaire d'exiger pour les nouvelles installations le maintien des inscriptions en français et en allemand.

A. C. L.

CONSULTATIONS JURIDIQUES

Question. — Un abonné paye à une compagnie de distribution d'énergie électrique les frais d'établissement d'un branchement destiné à amener le courant à son usine, distante d'un réseau principal de 250 mètres environ. Le branchement emprunte sur deux tiers de son parcours un petit chemin communal et sur l'autre tiers une propriété privée de l'abonné. La compagnie est-elle en droit d'effectuer sur cette ligne un nouveau branchement au profit d'un tiers ?

Réponse. — La question posée est tranchée par l'article 15 du cahier des charges-type, ainsi conçu : « Les branchements sur les canalisations établies sur ou sous les voies publiques, ayant pour objet d'amener le courant du réseau à l'intérieur des immeubles desservis jusques et y compris, soit la boîte du coupe-circuit principal, soit le poste du transformateur seront installés et entretenus par le concessionnaire *et feront partie intégrante de la distribution.* Les frais d'installation des branchements *seront remboursés au concessionnaire par les propriétaires ou abonnés,* conformément au tarif ci-après. »

La prétention de la Compagnie est donc justifiée.

Toutefois, si le nouveau branchement doit être pris sur la portion de la ligne traversant la propriété privée de l'abonné qui a fait les frais de la ligne, celui-ci a droit à une indemnité qui, à défaut d'entente amiable, est fixée en premier ressort par le juge de paix.

René Gérin.

et la chute de tension à l'intérieur est :

$$5\ I = \frac{5\ E}{105} \text{ volts,}$$

de sorte que la tension mesurée par le voltmètre est :

$$E - \frac{5\ E}{105}$$

et par suite puisque l'indication est 1,2,

$$E - \frac{5\ E}{105} = 1{,}2,$$

donc 105 E — 5 E = 105 × 1.2

et $$E = \frac{105 \times 1.2}{100} = 1{,}26 \text{ volt.}$$

Si on avait pris pour force électro-motrice 1, 2 on aurait fait une erreur de 1,26 — 1,2 = 0,06
Soit de :

$$\frac{0{,}06 \times 100}{1{,}2} = 5\ \%$$

Ex. 103. — Un voltmètre a été gradué à 15 degrés, il est formé par une bobine mobile de fil de cuivre de résistance 75 ohms à 15 degrés et d'une bobine fixe en série avec la première en fil de constantan de ré istance 100 ohms. Le coefficient de température du cuivre est 0,004, celui du cuivre est nul.

Quel est le voltage appliqué aux bornes de l'appareil lorsqu'il indique 60 volts à la température de 30 degrés ?

Exercice 103. — *Solution.*

A 15° le courant dans le voltmètre serait, pour une tension de 60 volts, et par conséquent une indication de 60 :

$$i = \frac{60}{175}$$

Lorsque la température est 30°, la résistance de la bobine mobile est :

$$75\ [1 - (30 - 15)\ 0{,}004]$$

ou $75\ (1 - 15 \times 0{,}004)$ ou $75 \times 1{,}06$

La tension appliquée étant x volts, le courant dans le voltmètre est :

$$\frac{x}{75 \times 1{,}06 + 100}$$

Comme l'indication est 60, le courant a pour valeur $\frac{60}{175}$ et on a :

$$\frac{x}{179{,}50} = \frac{60}{175}$$

$$x = \frac{60 \times 179{,}5}{175} = 61{,}5 \text{ volts.}$$

L'erreur due à l'élévation de température est donc :

$$\frac{1{,}5 \times 100}{60} = 2{,}5\ \%$$

(A suivre.) P. ROBERJOT.

N. B. — Nous rappelons que les solutions des Ex. 104 à 107 (n° 1296) doivent nous parvenir avant le 15 avril.

CARNET DE LA T. S. F.

Emissions régulières de la Tour Eiffel.

Les heures d'émission sont indiquées en temps moyen de Greenwich (T. M. G.)

Bulletins météorologiques :

Heures.
—
02,20 Météo-France.
08,20 Météo-France.
11,30 Météo-Europe, suivi d'un bulletin de prévisions.
14,20 Météo-France.
19,20 Météo-France.

Toutes ces émissions sont faites sur OA (ondes amorties) de 2.600 mètres de longueur. Leur durée est d'environ 15 minutes.

Signaux horaires ou scientifiques :

9 h., 23 à 9 h. 30, signaux automatiques.
9 h., 57, signaux horaires (à 9 h. 57 des *x* top à 9 h. 58, 9 h., 58 m., 8 sec. des *n* top à 9 h. 59, à 9 h. 59 m. 8 sec. des *g.* top à 60) (1).

9 h., 58 à 10 h., 15, battements musicaux.

10 h., 34 à 10 h., 38, signaux scientifiques de l'U. R. S. I. (Union radiotélégraphique scientifique internationale).

Ils consistent *dans l'émission d'un trait continu* sur OA de 2.600 mètres, de 10 h., 36 à 10 h., 38 (durant 2 minutes), de 10 h., 34 à 10 h., 36 FL donne les caractéristiques de l'émission de la veille : l'intensité en ampères dans l'antenne et la longueur d'ondes exacte mesurée au contrôleur d'ondes pendant le passage du trait continu de 2 minutes.

10 h., 38 à 10 h., 49, signaux semi-automatiques.

10 h., 44, Signaux horaires (10 h., 44 émet des *d* (—..) top à 45, à 10 h., 46 des *b* (—...) top à 47, à 10 h., 47 des 6 (—....) top à 48) (1).

21 h., 58 à 22 h., 05. Battements musicaux.

22 h., 36 à 22 h., 49. Signaux horaires.

Toutes ces émissions sont faites sur OA de 2.600 mètres.

Nota. — POZ passe à 12 h., l'heure de la même manière que FL à 9 h., 57.

Emissions d'ondes étalonnées.

FL émet le premier et le quinze de chaque mois, à 18 h.,00 des ondes étalonnées en OE de 5.000 et 7.000 mètres (OF arc Poulsen).

Bulletin de presse.

12 h., 05. Presse en français sur OA de 3.200 mètres. Durée : cinquante minutes à une heure.

Téléphonie sans fil :

16 h., 30 à 17 h., 00 FL a une séance quotidienne de téléphonie sans fil. Emission faite sur 2.600 mètres de longueur d'ondes.

Chaque séance comporte généralement trois sujets :
a) Lecture du bulletin de presse transmis à 12 h., 05.
b) Lecture du bulletin de prévisions météorologiques de l'O. N. M. (Office national météorologique).
c) Morceau de musique : chants ou instruments, quelquefois phonographe.

Nota. — Les concerts en séances extraordinaires de FL sont généralement annoncés d'avance à la fin des séances de téléphonie sans fil habituelles. Ad. F.

BIBLIOGRAPHIE. — Méthode mnémotechnique pour apprendre en deux heures les 78 signaux usuels de l'**Alphabet Morse**, par Antony Bruyant (Libr. Desforges, éditeur) Prix, 3 fr. 75 (franco 4 fr. 15).

Cette brochure met aujourd'hui au service de tous, professionnels et amateurs, une méthode complète et pratique, d'une très grande simplicité et à la portée de tous, d'apprendre l'alphabet Morse.

(1) Voir *l'Electricien* du 1er novembre 1921.

TRIBUNE DES ABONNÉS

*Notre Tribune est une rubrique de renseignements mutuels ouverte à tous nos abonnés. La Rédaction de l'*Electricien *n'est pas responsable des réponses fournies. Nous prions nos lecteurs de limiter leurs demandes au domaine de la pratique industrielle.*

DEMANDES

N° 573. — Quel genre de pile doit-on adopter pour avoir un voltage constant aux bornes pendant 6 heures environ, à circuit fermé ? Quelle intensité maxima peut-on faire fournir à cette pile pour qu'il en soit ainsi, le circuit restant fermé pendant 6 heures.

N° 574. — Est-il *nécessaire* d'isoler par des semelles en bois les bâtis des machines électriques à courant continu 240 volts par exemple ? Dans le cas où la machine est posée directement sur le sol (briques ou béton) et travaille en atmosphère humide n'y a-t-il pas à craindre des effets d'électrolyse et une fatigue des isolants ?

N° 575. — Existe-t-il un recueil des « accidents causés par l'électricité circonstances et causes » ?

N° 576. — Dans un immeuble j'ai une ligne alimentant 6 appliques ayant une perte franche avec la terre. L'alimentation de cette ligne passe dans un tube de fer, et les ligatures d'empattement ont été faites dans des T, d'où impossibilité de vérification sans gros dégâts. Existe-t-il un moyen pour reconnaître sur quel empattement, ou à quel endroit se trouve mon manque d'isolement ?

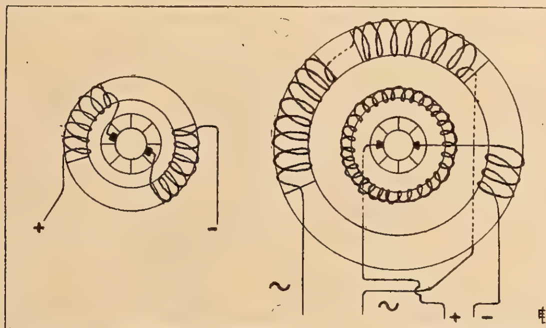


Fig. 1.

N° 577. — Je possède un moteur d'environ un cheval que je voudrais pouvoir faire tourner avec de l'alternatif, puisque actuellement le continu est remplacé par de l'alternatif, de façon à me procurer le continu nécessaire pour charger une toute petite batterie d'accus. La masse de l'inducteur, annulaire et feuilletée porte 4 encoches opposées pour loger les 2 inducteurs, l'entrefer est très réduit, l'induit est à collecteur et peut porter un 2e enroulement logé dans un nombre égal d'encoches. Puis-je y loger un enroulement en court-circuit de résistance nulle pour avoir mon enroulement continu disponible, car si je dispose mes inducteurs comme pour un moteur répulsion ordinaire, mes balais étant réunis en court-circuit ne me sont d'aucune utilité pour le service que j'en attends. C'est alors que l'enroulement en court-circuit travaillerait et me libérerait l'enroulement continu, ce qui reviendrait en somme à établir une commutatrice ou convertisseur. Quelle serait alors la valeur du courant continu ainsi obtenu ?

Ne pourrais-je mettre en série avec l'induit un troisième inducteur, mais beaucoup plus faible que les deux premiers qui servirait à corriger le courant pulsatoire fourni par l'induit, ce qui donnerait les schéma ci-contre (fig. 1). Avant transformation, inducteurs en série avec induit; après transformation, 2 inducteurs décalés d'un quart de période, 1 enroulement en court-circuit sur l'induit à collecteur ayant son enroulement propre, 1 inducteur de faible puissance en série avec l'induit.

N° 578. — Je désirais savoir si avec une antenne constituée par un fil de 10 mètres environ, une self variable, un condensateur variable, un détecteur à galène, un récepteur téléphonique de 2.000 ohms et à quelle distance maximum je puis recevoir les radio-concerts de la tour Eiffel et quelles sont les heures d'émission ?

N° 579. — L'arrêté ministériel du 21 mars 1911 sur les distributions d'énergie électrique parle dans son article premier de distributions à *courant continu* dans lesquelles la plus grande tension de régime entre les conducteurs et la terre ne dépasse pas 600 volts. Comment peut-on mesurer cette tension puisque le courant continu ne comporte généralement pas de fil de terre ni de neutre ?

N° 580. — Pourrait-on m'indiquer le montage d'un compteur triphasé à cos φ et d'un compteur triphasé sinus φ pour circuit BT et HT avec circuit non équilibré et équilibré et la formule pour déterminer le cos φ général de l'installation.

N° 581. — Me trouvant en présence d'une dynamo dont la plaque des caractéristiques a été enlevée, les renseignements suivants, sont-ils suffisants pour trouver sa puissance : vitesse, 1.200 tours; excitation shunt, 4 pôles, 4 balais; section du fil de l'induit, 10/10; nombre de lamelles au collecteur, 75. ?

N° 582. — Ouvrage détaillé sur les dynamos servant à l'éclairage des voitures automobiles.

N° 583. — Etant donné un moteur synchrone, sa plaque indique (prendre un exemple). Quelle est la valeur de puissance réelle ? Quelle est la valeur de puissance apparente ? Quelle est la valeur de cos φ en charge, 1/2 charge, à vide ? Comment déterminer l'intensité déwattée et l'intensité wattée en charge, 1/2 charge, à vide ?

N° 584. — Peut-on prendre une terre de T. S. F. sur un neutre de canalisation d'éclairage triphasé 4 fils ?

N° 585. — Une Compagnie de distribution électrique ayant dans une ville installé antérieurement au décret du 30 juillet 1921 une canalisation aérienne fixée par potelets sur la façade des maisons et ne dépassant pas le bas de la toiture. Ne répondant pas par conséquent aux conditions du décret sus-visé : cette compagnie est-elle dans l'obligation de modifier cette canalisation ?

N° 586. — Pourrait-on m'indiquer un livre traitant du calcul des électro-aimants et en particulier des électro-aimants avec noyau à plongeur dans le genre de ceux des régulateurs de lampes à arc ?

N° 587. — Une installation de 8 lampes alimentées par du courant triphasé 50 périodes, sur 2 fils (neutre et phase) 110 volts, possède une lampe qui grille constamment toujours la même. La durée varie de 8 jours à 1 mois et est caractérisée par un sifflement à peu près assimilable à celui des becs de gaz, lors de mauvaise qualité des charbons, sifflement qui s'effectue à la fin de la durée de la lampe et pendant une 1/2 heure et même 2 et 3 heures.

Les lampes employées étaient Mazda, Z, etc., demi-watt.

L'isolement de l'installation accuse de 2 à 3 mégohms entre terre et fil et entre fils — donc bon. La douille incriminée vérifiée, n'offre rien d'anormal; les pistons fonctionnent bien, les contacts des fils à la douille bons également.

Il serait à présumer ou que cela puisse venir d'un survoltage occasionné par une perte d'une phase du réseau à la terre et une terre sur le fil de cette lampe; l'isolement est bon. On pourrait également attribuer cette anomalie à un mauvais contact dans la douille, qui produirait un échauffement exagéré pour la durée de la lampe, la douille n'a pas d'échauffement anormal.

J'ai envisagé d'y substituer des lampes de 115-120 volts au lieu de 110-115, le pouvoir éclairant étant insuffisant, j'ai dû l'abandonner. Je préconisai les lampes monowatt, mais le client n'en est pas partisan à cause de la lumière rougeâtre. Quels sont les phénomènes susceptibles de griller ces lampes et les remèdes à y apporter ?

N° 588. — Pourrait-on m'indiquer quelles seraient les applications pratiques d'un alternateur à rotor et stator tournant en sens inverse à la même vitesse, c'est-à-dire pouvant fournir une fréquence double ?

N° 589. — Demande si abonné est disposé à céder et dans quelles conditions, les numéros 1237 à 1241 inclus, et 1244 de *l'Electricien ?*

Demandes d'adresses de fournisseurs.

N° 590. — Adresses de maisons fabriquant des tours de bobinier pour confection de bobines de freins et relais, galettes et bobines de transformateurs de faibles puissances, etc.

N° 591. — Adresse d'une maison dans Paris vendant des réveils-matin à mouvement électrique de 6 à 15 volts, actionnant une sonnerie à distance à heure voulue. Tous ceux qui me furent présentés à mouvement électrique n'actionnaient qu'une sonnerie étant au-dessus du réveil même.

N° 592. — Serais désireux de connaître maison achetant les vieilles lampes électriques usées.

N° 593. — Quelle est la maison ou société d'entreprises de travaux d'électricité de Paris qui doit installer la succursale d'Alger des grands magasins du Bon Marché de Paris.

N° 594. — Fabricant d'une machine ou appareil pour couder, cintrer le tube laiton ou autres métaux entrant dans la confection de la lustrerie.

N° 595. — Adresses de quelques maisons de découpage, emboutissage de pièces détachées pour lustrerie.

N° 596. — Adresses de constructeurs de machines à commandes électriques pour bouchers et charcutiers.

N° 597. — Adresses de constructeurs de machines agricoles à commande électrique.

Considérations sur la demande n° 361. — Pour plus de clarté dans l'exposition de cette question, nous avons le croquis (fig. 2).

Nous supposons que le transformateur A donne un voltage un peu plus élevé que B.

J'ai vérifié que nous avons entre les enroulements basse tension un courant de 10 ampères. Je suppose que les choses se passent comme suit :

En supposant un rendement de chaque transformateur dans ce cas de 0,80, et laissant de côté le facteur de

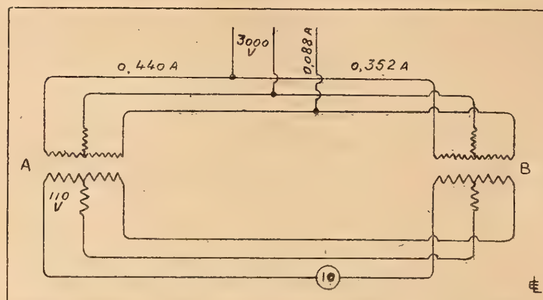


Fig. 2.

puissance pour simplifier les calculs, nous aurons théoriquement dans l'enroulement primaire A un courant de 0,440 ampère. Le transformateur B fonctionnera comme élévateur 110 /3000 et nous aurons dans son secondaire (côté haute tension) un courant de 0,352 ampère fourni à la canalisation. En conséquence le courant de la canalisation sera de 0,440 — 0,352, soit 0,088 ampère et les pertes réelles seront de 0,088 × 3.000 × 1,73, soit 456,72 watts.

C'est là mon hypothèse, je voudrais avoir la confirmation de mon raisonnement. J. R.

Considérations sur la demande n° 480 de 15 janvier en vue des indications de M. M.-L. Poirier.

Il y a deux espèces de bruits. Un dû à l'induction de la ligne H. T. sur la ligne téléphonique et transmis aux écouteurs pendant les heures où le courant est sur la ligne et c'est le plus intéressant à supprimer. Un autre est dû au vent sur les fils téléphoniques. Quels moyens aurais-je pour supprimer l'un et l'autre ou au moins les amortir ?

La ligne transporte du courant alternatif triphasé 5.000 volts 50 périodes à 15 kilomètres de distance, elle est constituées par du fil de cuivre de 3 millimètres et monté sur 300 appuis de 8 mètres de hauteur, dont 250 en bois, 13 tours métalliques et 12 en ciment armé. La ligne téléphonique est en cuivre, 2 millimètres sur 13 kilomètres, et en fer 2 millimètres sur 2 kilomètres. (Primitivement, elle était toute en cuivre, nous avons commencé à la substituer par du fer chaque fois qu'il faut mettre une portion nouvelle à cause de son meilleur marché) et monté suivant le croquis joint (fig. 3).

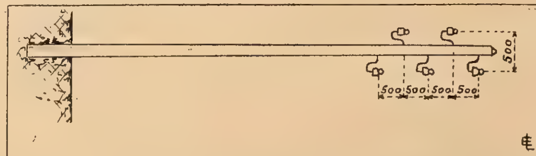


Fig. 3.

Pour éviter le ronflement des écouteurs, j'ai fait déjà des croisements des fils téléphoniques sans aucun résultat positif.

J. R.

RÉPONSES

N° 472 R. — Dans un cas analogue, mais non identique (il s'agissait d'un moteur à cage d'écureuil), je n'ai réussi à inverser le sens de rotation qu'en retournant le moteur bout pour bout après avoir monté la poulie à l'extrémité de l'arbre opposée à celle où elle était primitivement montée. Ce travail avait été facilité par le fait que l'arbre dépassait les paliers de la même quantité à chaque extrémité et je suis porté à croire qu'il avait été ainsi prévu pour permettre le changement du sens de rotation.

E. METTEY.

N° 488 R. — 1° Si la résistance extérieure est infinie, la première batterie débitera dans la deuxième et le courant dans chaque batterie aura pour intensité :

$$\frac{50 \text{ V.} - 46 \text{ V.}}{2+1} = \frac{4}{3} \text{ ampère.}$$

2° Pour que la deuxième batterie ne débite pas, il faut qu'à ses bornes, la première batterie ne fournisse qu'une tension de 46 volts. Ceci suppose une chute de tension de 4 volts dans la première batterie, soit un courant de

$$\frac{4}{2} = 2 \text{ ampères.}$$

La résistance du circuit extérieur devra donc être de :

$$\frac{46}{2} = 23 \text{ ohms.}$$

3° Si l'on désigne par i le courant fourni par chaque batterie, celui circulant dans le circuit extérieur sera : $2\,i$.

En appliquant la loi de Kirchoff au circuit formé par les deux batteries, on a :

$50 - 2\,i - 46 + i = 0$. D'où : $i = 4$ ampères.

Cette même loi appliquée au circuit : deuxième batterie circuit extérieur, donne :

$46 - i \times 4 - 2\,i \times Re = 0$, Re étant la résistance extérieure.

$$\text{Donc : } R\,e = \frac{42}{8} = 5{,}25 \text{ ohms.}$$

N° 510 R. — Le couplage en triangle d'un moteur asynchrone triphasé sous la tension à laquelle il fonctionne normalement en étoile aurait pour résultat de réduire au tiers les pertes variables (cuivre) et de doubler à peu près les pertes fixes (fer); le glissement serait très légèrement diminué. L'opération n'est pas toujours prudente et dans la plupart des cas pratiques donnerait un rendement inférieur.

Au contraire, la marche en étoile d'un moteur sous la tension à laquelle il devrait normalement être branché en triangle triple les pertes variables et réduit de moitié les pertes fixes. Dans les moteurs courants (où les pertes fixes et variables sont à peu près égales au moment de la pleine charge et où cette pleine charge est limitée par l'échauffement) le rendement et le facteur de puissance sont améliorés entre la charge nulle et la demi-charge; dans les mêmes limites l'échauffement reste normal. Malheureusement, l'emploi de ce procédé d'amélioration est rarement pratique et le glissement est presque doublé à charge égale. Des expériences faites sur des moteurs placés dans de telles conditions ont été publiées dans la *Revue B. B. C.* (janvier 1921) et *L'Industrie électrique* (25 février 1921).

L. B.

N° 517 R. — Pour alimenter économiquement un tableau de sonneries à aiguilles aimantées, sur du courant alternatif de façon à supprimer les piles, il ne serait pas pratique d'utiliser un redresseur de courant ordinaire, car avec ce procédé la dépense de courant absorbée serait d'une part pour le transformateur réducteur d'environ 6 watts-heure et d'autre part pour le redresseur d'environ 15 watts-heure et comme ces deux appareils doivent rester continuellement sur le circuit pour pouvoir remplacer les piles le courant absorbé serait annuellement d'environ

21 × 24 × 365 = 183.960 wattheures.

Le prix du kilowatt-heure lumière étant pour le moment normalement de 1 fr. 10, la dépense annuelle serait donc de 183.960 × 1,10 = 202 fr. 65 centimes.

Il est certain qu'avec cette somme on pourrait entretenir un nombre respectable d'éléments Leclanché. Je crois que pour arriver à résoudre le problème il faudrait plutôt employer une sorte de relais polarisé, placé en série sur le circuit des sonneries et tableaux de façon à ce que cet appareil n'entre en fonction que lorsque les sonneries entrent en action.

Dans ce cas, cet appareil n'utiliserait que 1/2 alternance du courant, comme je l'ai indiqué dans l'*Electricien* du 1er février dernier, à la réponse du n° 424. L'essai serait assez intéressant à faire et coûterait peu.

B. CORCEVAY.

N° 521 R. — On pourrait arriver quoique assez difficilement à procéder de la façon indiquée dans votre demande. Tout d'abord il y a lieu de remarquer que l'alternacycle est un petit alternateur — d'où il faut pour charger une batterie d'accumulateurs employer un redresseur — par exemple avec l'emploi de soupapes électrolytiques, car l'emploi de redresseur mécanique est à rejeter, à mon avis pratiquement. Si judicieusement que soient montées la ou les soupapes électrolytiques, avec une batterie d'accumulateurs, sur une bicyclette, l'ensemble de ces appareils ne peut assurer une marche régulière, parfaite et surtout irréprochable.

On peut remédier au défaut prescrit dans votre demande par l'emploi d'un auto-transformateur bien compris, appareil inerte, sans entretien, et peu encombrant, qui pourrait vous permettre d'aller jusqu'à la limite de la plus grande vitesse sans survolter de 2/10 à 3/10 volts l'ampoule. Si vous le désirez je suis à votre disposition pour construire cet appareil. — BALLU E., Villa Sauvagère, Sainte-Marguerite, Marseille.

N° 525 R. — Un thermique, voltmètre ou ampèremètre, peut être employé indifféremment sur du courant continu ou sur des courants alternatifs. Dans ce dernier cas il donne la valeur efficace du courant ou de la tension quelles que soient la forme et la fréquence de ces courants et on peut les étalonner sur des sources de courant continu.

P. R.

N° 526 R. — Les deux secondaires donnent bien 240 volts. Disposés en série, comme leurs tensions sont décalées de un quart de période ou 90 degrés, la tension composée entre extrémités libres devient théoriquement

$$240 \text{ v.} \times \sqrt{2} = 339 \text{ v.,}4$$

Les erreurs de mesure, les variations de voltage et de calage du primaire suffisent à expliquer la différence entre ce chiffre et le chiffre mesuré (336 volts).

L'échauffement constaté provient principalement du fer des transformateurs. En effet, dans un transformateur ordinaire, les ampères-tours primaires et secondaires sont à peu près égaux en grandeur absolue et presque opposés en phase, leur faible composante représente les A T magné-

tisants et les pertes dans le fer. Dans le cas signalé, le décalage des A T primaires et secondaires est d'environ un huitième de période ou 45 degrés; leur composante déwattée est très grande aussi, le fer du transformateur « travaille » à saturation, d'où pertes très élevées par hystérésis et par courants de Foucault.

Avec les transformateurs donnés, on peut obtenir 480 volts et 150 ampères (avec l'échauffement normal). Pour cela, il faut brancher les deux primaires en parallèle sur uue seule phase (la phase 1 par exemple) et brancher ensuite en série les deux secondaires; on obtient alors 0 ou 480 volts aux extrémités libres; dans le premier cas, il suffit d'inverser les connexions de l'un des appareils.

L. B.

N° 527 R. — Ces ampèremètres, comme tous les appareils électromagnétiques, donnent bien une déviation toujours de même sens, quel que soit le sens du courant qui les traverse, néanmoins il faut toujours relier le pôle + de la source à la borne de gauche. C'est de cette façon qu'ils ont été gradués et, à cause de l'hystérésis du fer, les indications peuvent être faussées quand on renverse le sens du courant. Il y a lieu de remarquer aussi que ces appareils n'ont de précision que vers le milieu de l'échelle

Si on les emploie sur des courants alternatifs, il faut les étalonner au préalable sur des courants de même forme et de même fréquence et on dresse un tableau portant, pour les indications qu'il donne, les valeurs du courant correspondant, ou mieux on trace une courbe traduisant ces résultats. A cet effet on fait le montage suivant (fig. 4): on met en série avec l'ampèremètre examiné un étalon (thermique par exemple ou électrodynamométrique) par l'intermédiaire de résistances variables et on alimente le circuit formé par la source sur laquelle l'appareil doit être utilisé.

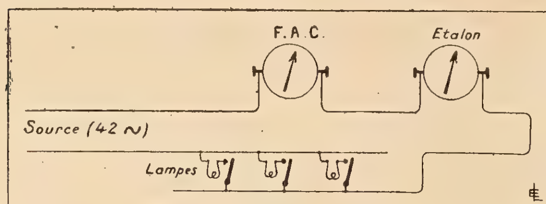


Fig. 4.

Si l'intensité maximum ne doit pas être trop grande, les résistances peuvent être formées par un certain nombre de lampes en parallèle: on fait croître peu à peu le courant en ajoutant des lampes. Si l'intensité doit être assez grande on peut employer plus commodément une résistance de liquide en prenant la précaution de relever, bien au même moment, les indications des deux appareils ou bien une bobine de self réglable.

P. R.

N° 535 R. — Voyez *l'Electricien* du 1er déc. 1920, article « Le chauffage pour radiateurs électriques ».

N° 537 R. — 1° La section de votre ligne ne vous permet pas pratiquement de faire fonctionner un moteur 3 HP 1/4 à 2.500 mètres; eu égard à sa résistance ohmique, vous perdriez en ligne environ les 40 % de la puissance à l'arrivée.

2° Les bobines de self ne servent qu'à favoriser le passage des décharges atmosphériques dans les parafoudres. Si votre usine centrale est munie de ces derniers, mettez seulement à la réception de très fortes selfs; dans le cas contraire, employez selfs et parafoudres à peignes.

E. Thenon.

N° 538 R. — Comme école ayant des cours supérieurs par correspondance, nous ne pouvons vous indiquer comme reconnue par l'Etat, que l'Ecole spéciale des Travaux publics, 3, rue Thénard, à Paris.

Voyez « *Radiotélégraphie pratique et radiotéléphonie*, par P. Maurer (Dunod, éditeur).

N° 544 R. — Pour répondre utilement à cette question, il faudrait savoir si les trois enroulements inducteurs (dont 2 séries et 1 shunt) sont *bobinés dans le même sens*, car il peut se faire qu'ils comprennent une bobine de *désexcitation*. Il faudrait en outre avoir le schéma du conjoncteur-disjoncteur et du tableau de distribution qui accompagnent la dynamo et dans lesquels doivent se faire diverses combinaisons de connexions entre les 4 fils de la dynamo.

E. Mettey.

N° 545 R. — La fréquence agit en effet sur le fonctionnement des compteurs à induction, mais à moins que la fréquence de votre réseau n'ait changé d'une façon notable, je ne crois pas que les variations normales de fréquence admissibles sur un réseau puissent avoir une telle répercussion sur des compteurs à induction de construction moderne. Dans le cas où la fréquence du réseau aurait été changée, il faudrait procéder à un nouveau réglage de tous vos compteurs (réglage possible dans beaucoup de cas).

E. F.

N° 547 R. — La puissance fournie par l'alternateur étant de 50 kilowatts, en supposant son rendement égal à 0,93 la puissance qu'il demande sera de $\frac{50}{0,93}$ kilowatts. Cette puissance devra être fournie par le moteur dont le rendement pourra être supposé égal à environ 0,90. Dans ces conditions, la puissance absorbée par le moteur sera de

$$\frac{50}{0,93 \times 0,90} = 59,730 \text{ watts environ.}$$

et l'intensité absorbée par le moteur sera :

$$\frac{59.730}{220} = 271 \text{ ampères environ.}$$

Remarquons, en passant, que le cos φ de 0,4 est tout à fait déplorable pour l'exploitation du secteur.

P. B. I.

N° 552 R. — Pétrins électriques : ateliers Ed. Rouvray et Fils, 32, rue des Champs, à Gand (Belgique).

N° 562 R. — Voyez *l'Electricien* du 15 novembre 1921, p. 521. Les traversées de voie ferrée sont réglementées par l'arrêté technique du 30 juillet 1921.

N° 570 R. — Le modèle très léger et très solide de griffes, pour monter aux poteaux, que vous cherchez, vous le trouverez chez MM. Mondot et Chateau, à Excideuil (Dordogne). Constructeurs d'articles pour lignes aériennes.

N° 599 R. — J'ai eu moi-même besoin d'un rhéostat liquide « sans self », triphasé pour 100 A. J'ai pris 3 tôles de 125 centimètres carrés de surface chacune, séparées de chaque bout par des liteaux en bois de 2 centimètres environ d'épaisseur, dans mon cas j'ai pris comme électrolyte la rivière, vous prendrez de *l'eau de puits* si vous n'avez pas de rivière; dans ce cas le bac contenant l'électrolyte devra avoir une assez grande contenance pour éviter l'échauffement. Vous pourrez donc calculer votre rhéostat à raison de 1 A pour 1 cm.²,25 de surface à une distance de 2 centimètres et vous pourrez passer par toute la gamme des ampérages. Je réponds du résultat.

P. Cornice.

Le Gérant : L. De Soye

L'ÉLECTRICIEN

Rédacteur en chef : Maurice SOUBRIER

Secrétaire général : L.-D. Fourcault

DUNOD, Éditeur. 49, quai des Grands-Augustins, PARIS, VIe. — *Tél.* : GOB. 19-38 et 53-01

APPAREILS DE MESURES

Réglage des compteurs d'induction en courant déphasé.

L'utilisation de plus en plus grande des moteurs asynchrones dans les ateliers employant l'énergie électrique comme force motrice a amené les constructeurs à étudier des compteurs donnant des indications exactes, que le circuit d'utilisation soit inductif ou non. Ce sont les artifices de construction qui conduisent à ce résultat que nous avons voulu étudier dans cet article.

Les compteurs d'induction qui ont remplacé les compteurs wattheuremètres électrodynamiques, genre Thomson, pour la mesure de l'énergie électrique alternative, reposent sur la théorie des champs tournants. Il est assez facile de construire sur ce principe des appareils exacts quand le facteur de puissance de l'abonné est égal à 1, et les plus anciens modèles de compteurs portaient sur le couvercle l'indication : *pour lampes à incandescence.*

Pour que le compteur reste exact quand le facteur de puissance prend une valeur quelconque, il faut recourir à des artifices de construction.

Nous avons éliminé ici les premières solutions en date, celles qui ont donné naissance aux vieux modèles de compteurs que l'on n'utilise plus aujourd'hui, et nous n'avons décrit que les solutions modernes de la question.

En négligeant tous les termes correctifs, la formule générale qui donne le couple d'un compteur d'induction est de la forme :

$$C = KUI \sin \Psi$$

Ψ étant l'angle que font dans l'espace les portions de champ H (d'intensité) et h (de tension) qui agissent sur le disque.

Or, un compteur monophasé doit enregistrer $\int UI \cos \varphi \, dt$, on voit de suite que la condition nécessaire et suffisante pour qu'un tel compteur soit exact, quand l'angle φ de décalage de I sur U n'est pas nul, doit être :

$$\sin \Psi = \cos \varphi$$

ou

$$\Psi = 90^\circ - \varphi$$

Quand l'angle φ est nul, c'est-à-dire quand l'utilisation n'est pas un circuit inductif, peut-on réaliser par construction $\Psi = 90^\circ$?

Dans ce cas, le diagramme nous donne : U pour

la tension et I en phase avec U ; on aura donc H en phase avec I et U (fig. 1).

La bobine fil fin ayant un circuit magnétique très fermé, sa self est considérable, et i est décalé très en arrière de U, champ de tension est en phase avec i et sera très décalé. Ainsi, dans le B T par exemple, on obtient un décalage de 83°.

L'angle Ψ est donné par la relation :

$$tg\,\Psi = \frac{\Omega L}{R}$$

L étant le coefficient de self de la bobine et R sa résistance ohmique. Dans ces conditions, pour que Ψ soit égal à $\frac{\pi}{2}$, il faudrait que $tg\,\Psi = \infty$ c'est-à-dire que L soit ∞ ou R nul, deux hypothèses irréalisables ; nous voyons ainsi que, même lorsque I est en phase avec U, l'angle Ψ ne peut être droit. Examinons maintenant ce qui se passe quand l'utilisation a un facteur de puissance plus petit

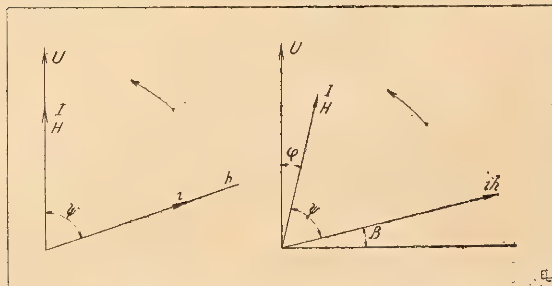


Fig 1. Fig. 2.

que 1 ; on a recours à des artifices pour réaliser $\sin\Psi = \cos\varphi$.

Soient I, décalé d'un angle φ en arrière de U, le courant total dans l'installation et H le champ agissant sur le disque et engendré par l'électro gros fil parcouru par I ; l'angle Ψ de H avec h, ainsi que nous l'avons défini, est égal à :

$$\Psi = \frac{\pi}{2} - (\varphi + \beta) \quad \text{(fig. 2)}$$

trois procédés viennent donc de suite à l'idée :

1° Faire tourner le vecteur I en sens inverse des aiguilles d'une montre de l'angle β,

2° Faire tourner le vecteur i dans le sens des aiguilles d'une montre d'un angle β,

3° Décaler simultanément dans un sens voulu les 2 vecteurs H et h, et faire tourner l'un d'eux dans le sens nécessaire pour réaliser la condition :

$$\sin\Psi = \cos\varphi$$

PREMIÈRE MÉTHODE

Supposons que l'intensité I chez l'abonné se dérive dans 2 circuits dont l'un S soit très selfique et peu ohmique et l'autre R soit seulement ohmique et presque dépourvu de self. Les intensités I_s et I_r dans ces branches seront décalées l'une par rapport la tension et I en phase avec U ; on aura donc H en phase avec I et U (fig. 1).

La bobine fil fin ayant un circuit magnétique très fermé, sa self est considérable, et i est décalé très en arrière de U, h champ de tension est en à l'autre et leur somme géométrique donnera continuellement une résultante I, courant total chez

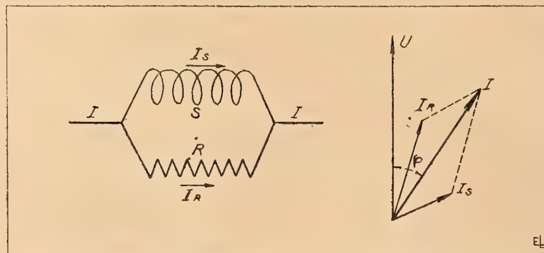


Fig. 3 Fig. 4.

l'abonné, décalée de l'angle φ sur la différence de potentiel U d'alimentation (fig. 4).

Si, par un moyen quelconque, on fait varier S ou R, les vecteurs qui les représentent se déplaceront l'un par rapport à l'autre, mais leur résultante I restera très approximativement constante (fig. 3).

On voit de suite que 2 dispositifs vont se rapporter à cette méthode.

a) **Variation de R.**

Ce procédé fut employé dans le compteur A C Tu.

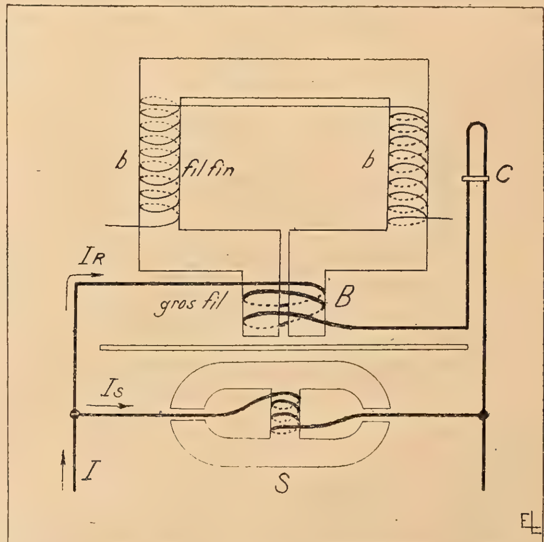


Fig. 5.

La figure 5 représente le schéma du circuit magnétique de ce compteur ; deux bobines fil fin b et une bobine gros fil très peu selfique B.

Un électro très selfique S est placé en quantité

avec l'électro gros fil B. Enfin un curseur C se déplaçant sur un fil résistant (analogue à la boucle du shunt du compteur O'K) permet de faire varier la valeur de la résistance R de la bobine B dans le sens voulu.

Traçons le diagramme des tensions (fig. 6).

Soient U la différence de potentiel aux bornes de l'installation, *i* et *h* l'intensité et le champ relatifs à cette bobine. Le vecteur I représente les ampères totaux créant le champ d'intensité et décalé en arrière de U de l'angle φ et est le résultant de 2 vecteurs I_r et I_s, portions des intensités dans l'électro gros fil et dans la self placée sous le disque qui concourrent à engendrer le champ d'intensité. La self S étant très fermée, les fuites magnétiques seront faibles, et la longueur du vecteur I_s très petite par rapport au vecteur I_r. L'électro selfique S est enroulé à l'envers, par rapport à la bobine B,

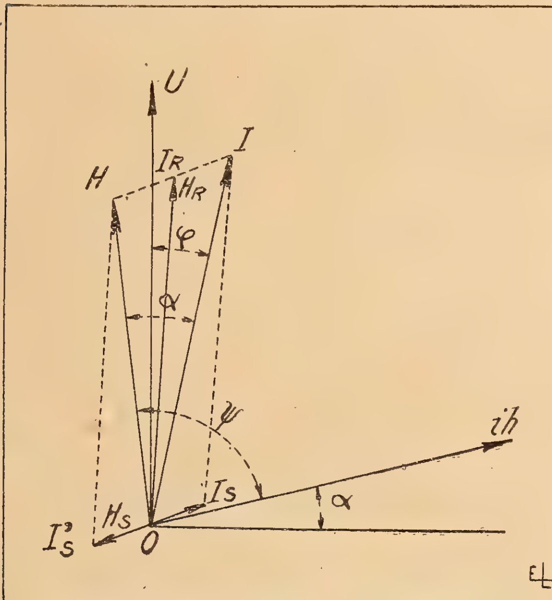


Fig. 6

de telle façon que son action unique tende à faire tourner le compteur à l'envers. Dans ces conditions, on devra faire tourner le vecteur I_s de l'angle π pour obtenir I'_s. Ce sont ces 2 intensités I_r et I'_s, qui vont engendrer, en phase avec eux, les champs H_r et H_s dont la résultante H sera le champ total du circuit gros fil (fig. 6).

Si on déplace le curseur C, selon le sens de ce déplacement, I_r tournera dans un sens ou dans l'autre, on pourra donc trouver une position du curseur C pour laquelle l'angle IOH sera égal à l'angle α (angle que fait le vecteur O*i* avec la perpendiculaire sur OU).

Donc, quand on aura IOH $= \alpha$, l'angle Ψ formé par les champs H et *h* sera égal à $90° - \varphi$. En effet

$$HOh = HOI + IOh, \text{ or } IOh = \frac{\pi}{2} - \varphi - \alpha$$

$$\text{et } HOI = \alpha \text{ d'où } HOh = \frac{\pi}{2} - \varphi,$$

condition qu'il fallait réaliser.

b) **Variation de S.**

Ce dispositif fut employé dans un vieux modèle de compteur Aron. Au point de vue construction la figure 7 représente l'électro.

Le graphique des tensions reste le même (fig. 6).

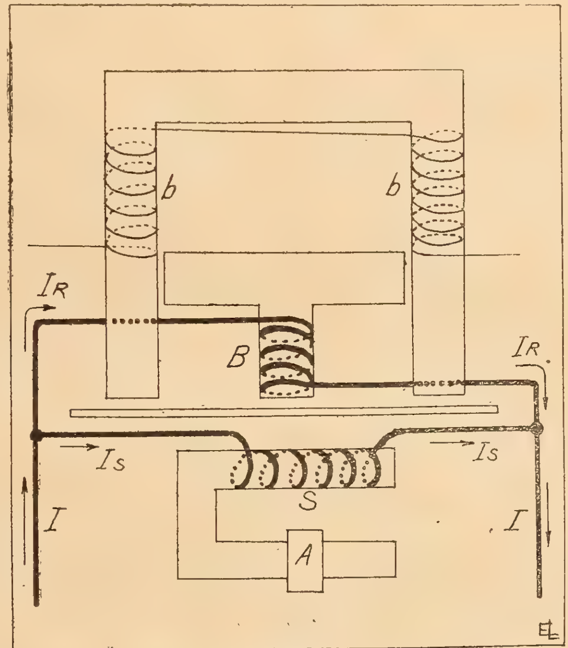


Fig. 6.

La variation de la self de la bobine S va déplacer dans un sens ou l'autre le vecteur I_s et corrélativement I_r, I résultant ne variant pour ainsi dire pas.

Les grosses variations de I_s s'obtiennent par déplacement de l'armature de fer de l'électro S. Le réglage fin se fait par déplacement de la bague A. Ce déplacement fait varier le flux traversant la bague.

DEUXIÈME MÉTHODE

Cette deuxième méthode tend, ainsi que nous l'avons dit, à faire tourner dans le sens des aiguilles d'une montre le vecteur représentant le champ de tension *h* de l'angle nécessaire pour avoir $\Psi = \frac{\pi}{2} - \varphi$.

Pour obtenir ce résultat, on crée un autre petit champ qui se compose avec *h* pour donner une

résultante décalée de $\frac{\pi}{2}$ en arrière de U. Dans le but, on place sur les épanouissements polaires de l'électro de tension, une bague métallique en court-circuit, le champ *h* en la traversant engendre dans cette spire une force électro-motrice décalée en arrière de *h* d'un angle de 90°; cette force électromotrice donne un courant qui lui-même engendre un flux qui se compose avec celui provenant de *h*. En faisant varier le petit flux additionnel produit par la bague, on pourra amener le flux résultant à être en quadrature avec U.

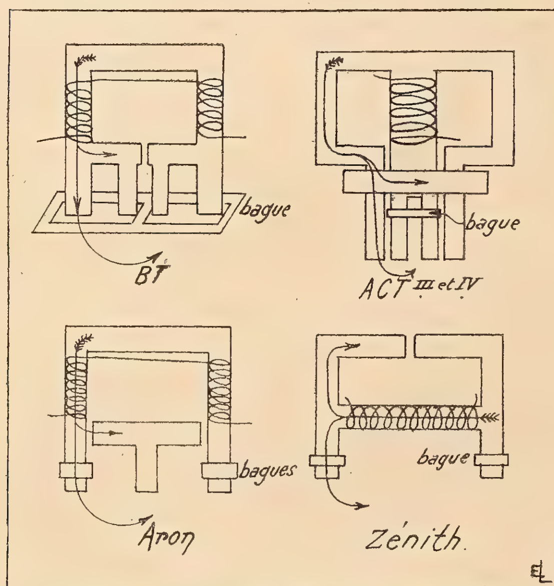


Fig. 8.

Ces explications fort simples donnent une idée générale du procédé; mais, en réalité, le fonctionnement est beaucoup plus compliqué. Selon la forme de l'électro, la position même de la bague doit être judicieusement choisie. La variation du flux fourni par elle doit pouvoir être considérée comme nulle par rapport au flux total engendré par l'électro. Aussi, la plupart des compteurs qui utilisent une bague, comme organe de réglage en courant décalé, ont-ils des électros fil fin dont le flux, fourni par les bobines, se divise en 2 circuits de réluctances différentes : un à fer très fermé, l'autre à grand entrefer, c'est sur l'épanouissement polaire le plus réluctant qu'il faut placer la bague (fig. 8); si on opérait autrement, si c'était sur la branche d'électro la moins réluctante, c'est-à-dire la plus fermée, que l'on plaçait cette bague, elle serait parcourue par un flux considérable, et celui qu'elle engendrerait serait important par rapport au flux total; on pourrait considérer cet ensemble comme un transformateur n'ayant pas trop de fuites (l'enroulement fil fin étant le primaire et la bague secondaire) et fonctionnant à flux constant. Dans ces conditions, quelle que soit l'importance de la bague, le réglage serait nul, la bague pourrait même chauffer sans que son action se manifestât.

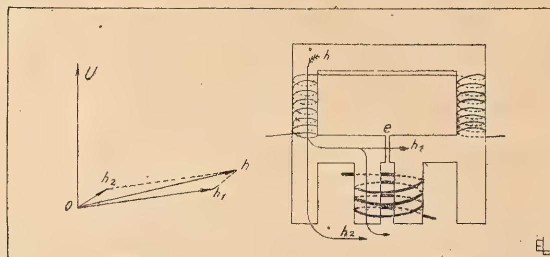


Fig. 9. Fig. 10.

Reprenons, par exemple, notre théorie sur l'électro du compteur B. T. Le champ *h* se décompose en 2 autres, un très important h_1 et un très petit h_2, ce dernier seul étant moteur; h_1 est peu décalé de *h* total, l'entrefer *e* étant faible, et h_2 est l'autre composante de *h* (fig. 9 et fig. 10).

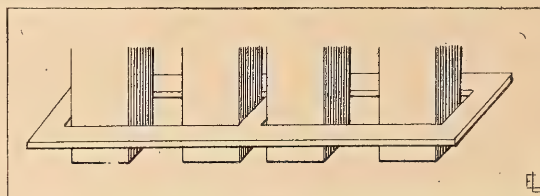


Fig. 11.

Si nous plaçons sur les épanouissements polaires de tension une bague en court-circuit (fig. 11) elle est parcourue par le champ h_2 seulement, elle devient donc le siège d'une force électromotrice e_b à 90° en arrière de h_2. Cette force électro-motrice engendre un courant i_b légèrement décalé par rapport à e_b, selon la résistance et la self de la bague. Du fait de ce courant circulant dans cette bague, considérée comme enroulement secondaire, le vecteur h_2 se rapproche très légèrement de U (ce déplacement peut être négligé tellement il est faible; il est bon néanmoins d'en parler car nous y reviendrons plus tard au sujet du réglage de certains compteurs de l'Ecole suisse). En phase avec i_b, nous aurons un champ h_b, les ampères tours qui engendrent ce champ et ceux engendrant h_2 s'additionneront géométriquement pour donner une résultante h_a qui sera le véritable champ agissant sur le disque.

Cette bague se trouve placée sur des épanouissements polaires de tension assez écartés les uns des autres et les fuites magnétiques sont grandes dans

cette partie du circuit; on conçoit donc qu'un simple déplacement vertical de la bague fait varier le nombre de lignes de force, c'est-à-dire le flux qui la traverse (fig. 13). La force électromotrice (vecteur e_b) variera dans ce déplacement; corrélativement i_b varie en grandeur et en position, alors que le déplacement relatif de h_2 peut être considéré comme nul, la résultante h_a de h_2 supposé fixe et de h_b variant suivant la position de la bague, peut donc être amenée en quadrature avec U. Au cas où le déplacement de la bague d'un bout à l'autre de sa course possible ne permettrait pas de réaliser cette condition, il suffirait de changer de bague pour régler le compteur, c'est pourquoi au laboratoire du fabricant, à chaque type d'électro correspond une bague *ad hoc*.

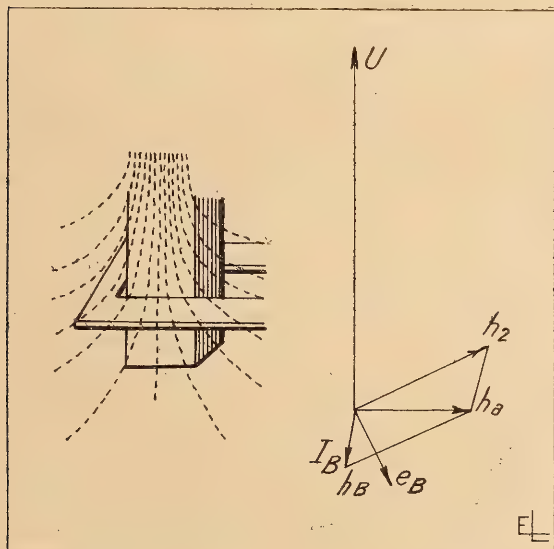


Fig. 12. Fig. 13.

L'entrefer *e* de la figure 9 a été déterminé par la pratique, il est égal à 2 millimètres dans le B T. I et 0,5 millimètres dans le B T. R.

La variation du flux h_b engendré par la bague peut être obtenue par la variation de résistance de cette bague qu'on laisse alors dans une position fixe comme dans les compteurs A. C. T. III et IV.

La spire en court-circuit comporte trois côtés formés par une lame de cuivre rouge, le quatrième côté qui ferme la spire est une tige filetée bimétallique moitié cuivre, moitié constantan (pour augmenter la résistance de cette dernière moitié, le constantan est creux), deux écrous servent à bloquer l'ensemble. Le déplacement de la tige filetée dans un sens ou l'autre fait varier la résistance de la bague (fig. 14).

Ce procédé de réglage est simple, commode et surtout progressif.

Dans quelques compteurs on utilise une bague fixe et de résistance constante, formée le plus souvent de quelques tours de fil de cuivre nu soudés, ces spires ayant un poids de cuivre supérieur à celui nécessaire à réaliser la condition

$$\psi = 90 - \varphi$$

le vecteur h_a est donc décalé par rapport à U d'un angle plus grand que $\frac{\pi}{2}$

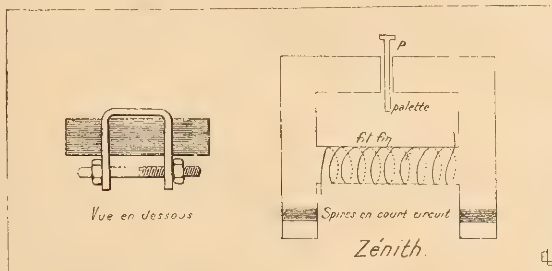


Fig. 14.

La branche très selfique de l'électro présente alors une solution de continuité, un très petit entrefer dans lequel on peut faire pénétrer plus ou moins profondément une palette très plate en cuivre rouge (fig. 15).

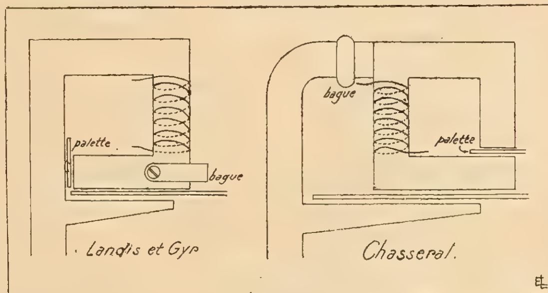


Fig. 15.

Cette palette joue à son tour le rôle de spire en court-circuit; plus elle pénètre, plus le flux qui la traverse augmente, et plus la consommation de l'électro augmente; mais cette fois elle agit sur le flux principal h_1 de la figure 10 et tout le parallélogramme $Oh_2\ hh_1$ se déplace et tourne sans se déformer vers U; en appliquant ensuite la figure 12 au nouveau vecteur h_2, on conçoit qu'on pourra relever le vecteur h_a et lui faire occuper la position désirée en quadrature avec U. Le gros réglage est fait une fois pour toute à l'atelier à l'aide des spires en court-circuit et le réglage fin est obtenu par le déplacement de la palette.

Les compteurs « Zénith », « Landis et Gyr », « Chasseral », et, en général, la plupart des compteurs suisses, pratiquent de cette façon.

(*A suivre.*) E. François.

***

ÉCLAIRAGE ET APPAREILLAGE

Considérations sur l'éclairage rationnel.

(Suite [1])

Ces réflecteurs en tôle émaillée sont encore employés pour l'extérieur mais complétés par un cône disposé à la hauteur du filament qui le masque à la vue et qui modifie la répartition (fig. 11).

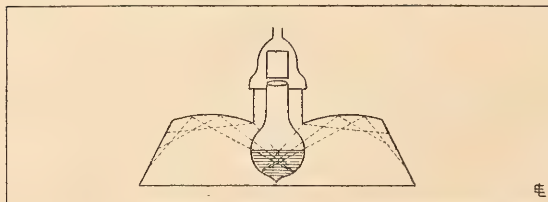


Fig 11.

Dans le même ordre d'idées on a employé des réflecteurs en forme de cônes profonds, mais alors la lumière est relativement concentrée en dessous et le restant de la salle est dans l'obscurité. De plus, si cette forme masque l'éclat de la lampe, elle ne modifie pas la réflexion de l'image du filament de la lampe sur la surface placée en dessous (cas des pièces métalliques à l'étau ou sur les machines-outils), à moins de compléter la lampe par un dessous en verre opale ou d'employer des lampes demi-dépolies.



Fig. 12.

Cette disposition est très en faveur en Amérique pour l'éclairage des ateliers mécaniques ; il convient de dire que la tôle émaillée est très bon marché dans ce pays. La lampe est bien protégée contre la poussière et les chocs (ateliers avec nombreuses transmissions) ; son emploi doit être assujetti à l'observation de certaines règles concernant la hauteur et la distance.

L'argent est très peu employé si ce n'est dans des cas spéciaux (phares d'automobiles), mais le verre argenté, qui ne se salit pas à l'air humide, est employé sous forme de réflecteur à surface lisse dans des lanternes ou à surface ondulée pour augmenter la diffusion.

L'emploi du verre taillé scientifiquement pour les appareils d'éclairage serait dû à MM. Blondel et Psaroudaki qui, dès 1892, avaient entrepris l'étude de la question de l'éclairage [2].

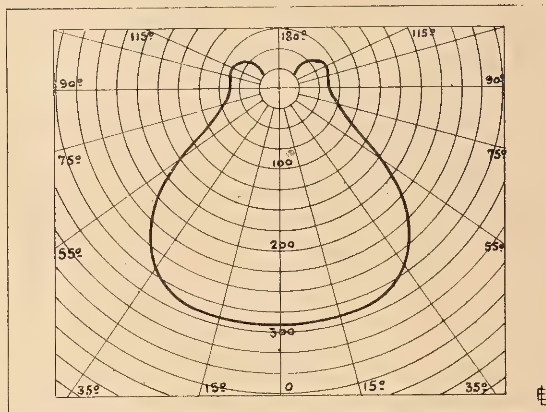


Fig. 13. — Courbes de répartition lumineuse : réflecteur verre taillé.

Le point de départ des recherches qui conduisirent aux verreries employées par eux fut celui-ci : puisque c'est l'éclat des sources lumineuses puissantes qui est nuisible pour l'œil, le problème consiste à répartir uniformément la lumière émise sur une surface plus grande qui agirait comme une source de même intensité qui la transmettrait à son tour, d'une manière régularisée, et en en perdant le moins possible. L'éclat de cette source sera diminué.

C'est l'idée de la sphère diffusante : au point lumineux trop brillant, on substitue une sphère plus ou moins grande dont la surface est travaillée de manière à donner une diffusion parfaitement régulière, tout en orientant les rayons dans la direction utile, c'est-à-dire au-dessous de l'horizon.

(1) Voir *l'Electricien* 15 décembre 1921 et 1er avril 1922.

(2) *L'Art de s'éclairer logiquement* par René Chasseriaud (1914).

La réalisation s'obtient par un double système de cannelures.

Un premier système de cannelures à l'intérieur de la sphère diffusante a pour mission d'étaler uniformément le flux lumineux dans des plans perpendiculaires aux méridiens de la sphère.



Fig. 14.

Un second système, à l'extérieur de la sphère, comporte une alternance de lentilles et de prismes (dont l'arête est tronquée) : ce second système a pour mission d'étaler les rayons dans des plans verticaux.

Si nous considérons par exemple le flux émis par la source S placée au centre de la sphère dans le plan horizontal (fig. 16), nous voyons que ce flux subit une première dispersion dans le plan horizontal en pénétrant dans la masse du diffuseur, puis une deuxième dispersion dans le sens perpendiculaire ; au sortir de la sphère, les cannelures qui produisent ces deux transformations sont calculées de manière que leur résultante donne une diffusion parfaite ; on constate, en effet, que le rayonnement visible est doux et régulier et que l'éclat de la surface diffusante est le même, quelle que soit l'incidence sous laquelle on l'observe.

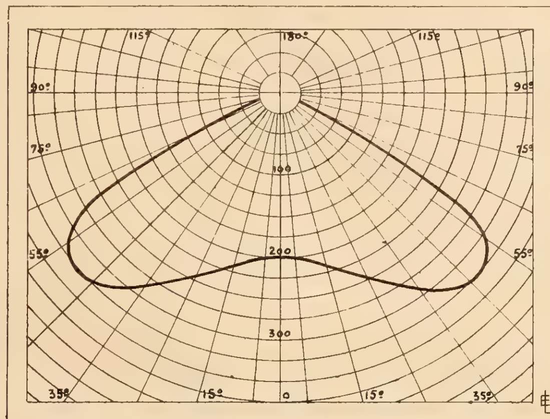


Fig. 15. — Réflecteur en aluminium poli. Courbe de répartition lumineuse.

Quant à la déperdition de lumière, elle est extrêmement faible ce qui se conçoit puisqu'il n'est fait emploi ici que de lentillles et de prismes de verre.

L'hémisphère supérieure H_s de la sphère diffusante n'est pas symétrique de l'hémisphère inférieure H_i : on a intérêt en effet, à renvoyer le plus possible de rayons vers le bas ; une forte prédominance est donc donnée, dans l'hémisphère supérieure, aux prismes à réflexion totale. Ceux-ci sont, comme on l'a dit, tronqués et séparés par des faces seulement réfractantes.

Les réflecteurs sont construits autrement ; la face intérieure est lisse ; la face extérieure est formée de prismes à angle droit disposés en forme

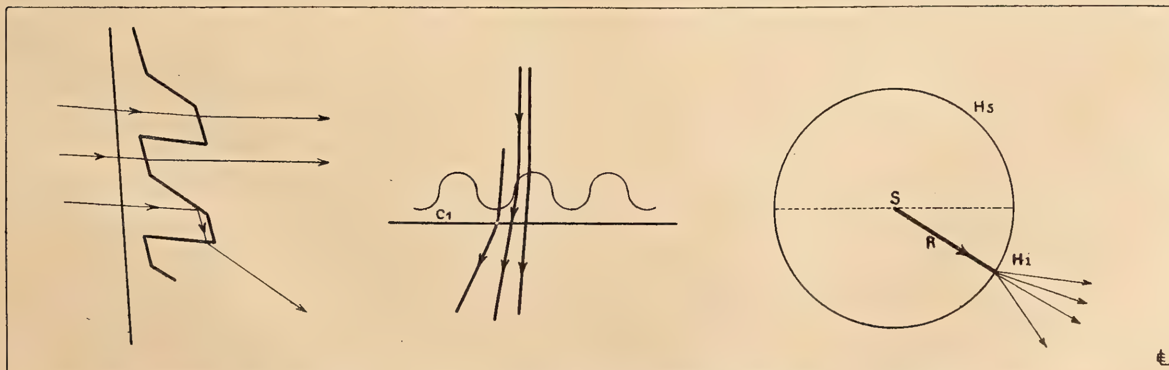


Fig. 16. — Marche des rayons lumineux dans la sphère diffusante Holophane.

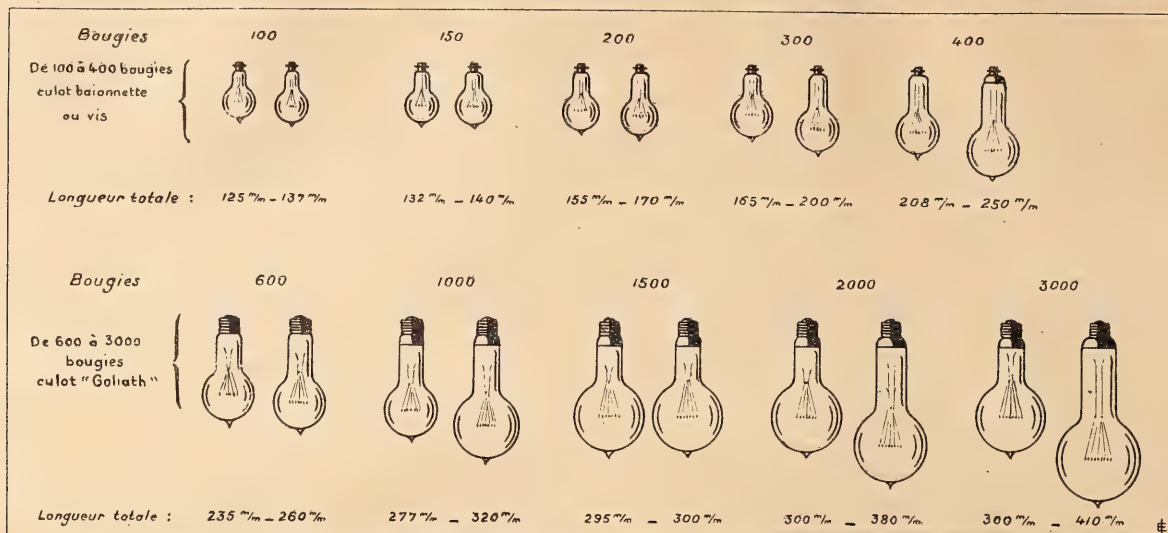


Fig. 17. — Comparaison de grandeurs des diverses lampes usuelles.

de stylets et qui renvoient la lumière vers la face intérieure par une double réflexion totale.

Ce principe, une fois posé, a donné lieu dans la pratique à des réalisations très variées, où la fantaisie et le goût esthétique ont eu leur part. De cette idée première, qu'au lieu de construire les réflecteurs au hasard, on a grand avantage à les

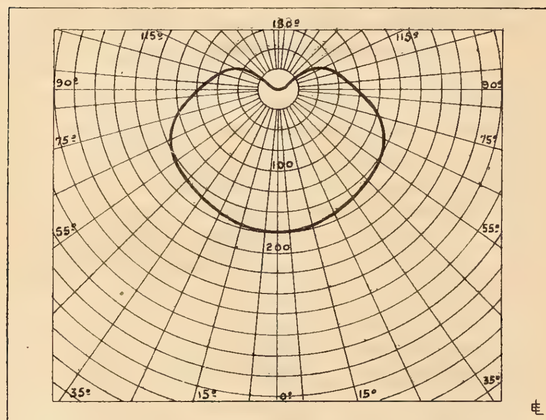


Fig. 18. — Courbes de répartition lumineuse, éclairage direct avec globe dépoli.

calculer et de s'en servir pour transformer une courbe de répartition lumineuse donnée, on a déduit, à la longue, toute une série de réflecteurs et de diffuseurs qui utilisent plus ou moins largement le prisme à réflexion totale.

Aux réflecteurs on a donné une forme générale conique, les prismes étant orientés selon les génératrices du cône, avec des ondulations appropriées.

Trois genres ont été créés pour des emplois différents avec des angles de répartition de lumière correspondant à 30°, 40°, 60°. Celui concentrant permet d'obtenir un éclairage puissant et intensif dans un angle très petit.

Les qualités de l'aluminium, au point de vue façonnage et polissage et son faible poids, le rendent précieux pour la fabrication d'appareils d'éclairage rationnel.

Un autre avantage est le faible prix d'achat, bien

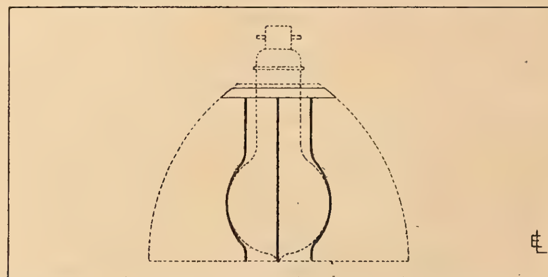


Fig. 19. — Support à griffes intérieures au réflecteur.

inférieur à celui des appareils en verre spécial; par contre il ne viendrait pas à l'esprit d'employer ces derniers pour les ateliers, à cause de leur fragilité et les premiers pour des salles, à cause de leur opacité. Ils prennent donc chacun, à notre avis, une destination qui leur est propre.

La forme des réflecteurs en aluminium peut également être déterminée pour utiliser la totalité du flux des lampes sur lesquelles ils sont montés, pour le répartir uniformément dans un rayon déterminé, sur la surface qu'il s'agit d'éclairer.

Des fabricants polissent soigneusement l'intérieur de ces appareils, d'autres préfèrent laisser leur surface interne mate pour augmenter la diffusion et éviter l'image du filament dans le poli du réflecteur. Pour les éclairages d'ateliers où les

lampes sont placées à une certaine hauteur, nous estimons que l'aluminium poli ne présente pas d'inconvénient et procure un rendement élevé.

Dans tous ces appareils il faut que le filament de la lampe occupe une position déterminée sur l'axe du réflecteur ; or, si on se reporte aux catalogues donnant les dimensions des ampoules des lampes de différentes marques, on constate qu'elles varient surtout en tant que diamètre et longueur du col. (V. fig. 17). Si on utilise la griffe ordinaire à trois branches, le centrage du filament, qui est géné-

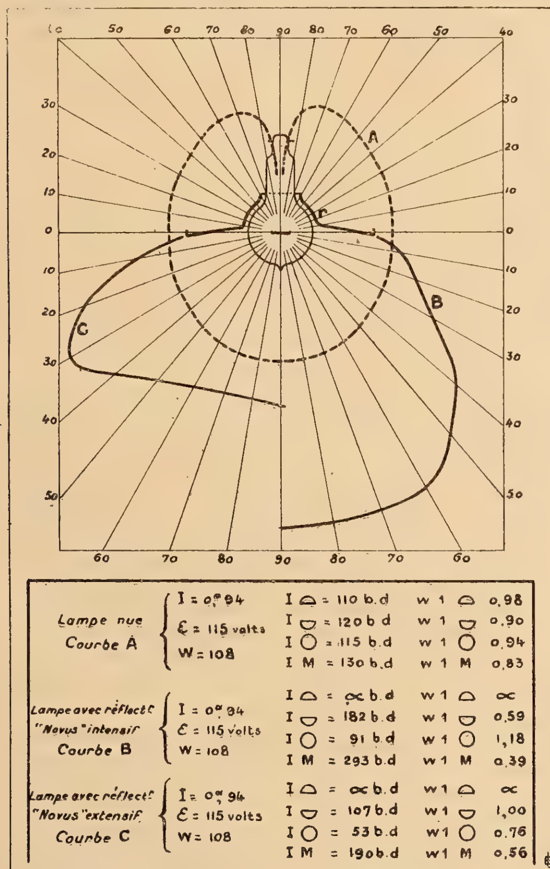


Fig. 20. — Appareil à double réglage.
Allure des courbes avec lampes de 100 vatts. A, lampe nue, B, éclairage intensif, C, éclairage extensif, *r*, réflecteur en verre argenté.

ralement au centre de l'ampoule, sera incertain et l'appareil ne rendra pas les services qu'on en attend car la courbe de répartition peut être considérablement modifiée.

Dans les appareils employant de fortes lampes avec un habillage de protection, la douille portant la lampe coulisse et dans ce cas c'est elle qui se déplace par rapport au réflecteur.

Il existe un système de fixation, employé par un constructeur, qui assure le centrage automatique : le réflecteur est monté par trois vis sur un anneau en alliage portant 4 branches flexibles en fil d'acier. Ces branches formant griffes emprisonnent l'ampoule.

Un constructeur a utilisé la modification de la courbe de répartition avec la position de la lampe pour réaliser un appareil donnant un éclairage

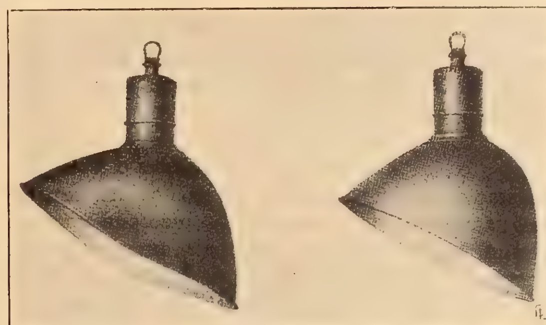


Fig. 21. — Réflecteurs d'angle.

intensif sous la lampe ou un éclairage extensif, c'est-à-dire un éclairement de valeur moindre, mais réparti sur une plus grande surface. Le réflecteur a été étudié pour que ces résultats soient obtenus sans la formation d'anneaux clairs et sombres sur le sol. Il est en verre argenté pour le moyen modèle et en métal pour le grand (fig. 20).

D'après les courbes du fabricant, une lampe placée à 5 mètres au-dessus du plan utile donne un flux lumineux d'un angle de 30-30, soit un cône de 60° d'ouverture et un éclairage réparti dans un cercle de 3 mètres de rayon. Dans le cas du deuxième réglage, le cône lumineux a 120° d'ouverture et le rayon du cercle lumineux est de 8,70 mètres.

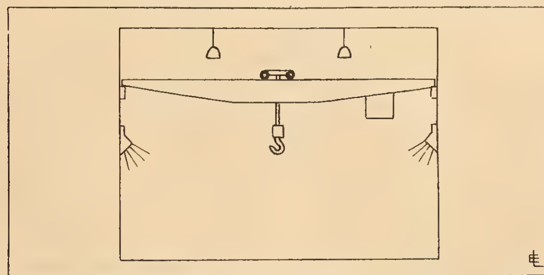


Fig. 22,

Pour certaines applications : halls, dans lesquels des ponts roulants masqueraient l'éclairage de lampes placées au-dessus, on emploie des réflecteurs d'angle fixés sur les piliers des chemins de roulement (fig. 21 et 22).

(*A suivre.*)

R. Wolff,
Ingénieur E. T. P.

Forme ondulatoire obtenue au moyen du redresseur
EN ALUMINIUM

Dans les nombreuses études qui ont paru concernant le redresseur en aluminium, deux sujets intéressants ont été négligés : l'un est la production de voltages supérieurs à ceux ordinairement employés et l'autre concerne les formes ondulatoires qui peuvent être produites.

Une seule cellule ou élément consiste en une plaque en aluminium et une plaque d'une autre substance conductrice, du plomb ou du carbone baignant dans quelque solution salée par exemple. Quand une telle cellule est mise dans un circuit électrique allant de l'aluminium au plomb, l'action électrolytique donne naissance graduellement à une pellicule d'oxyde ou d'hydroxyde d'aluminium, et le courant diminue, et atteint enfin des valeurs voisines de zéro. Pour les courants allant dans la direction opposée la cellule offre une résistance beaucoup plus faible. Si le voltage appliqué est élevé, le courant recommence à passer mais bientôt

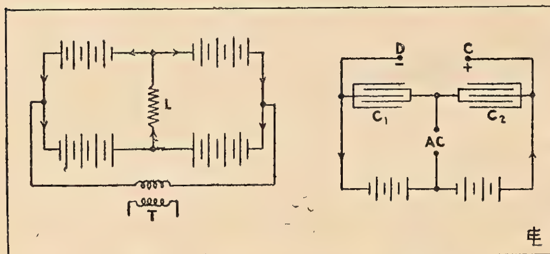


Fig. 1. Fig. 2.

atteint encore une valeur presque nulle. En accroissant de nouveau le voltage, la cellule peut être amenée finalement à un état tel qu'elle fournira une force contre-électromotrice de plusieurs centaines de volts. Le voltage qui peut être appliqué dépend de la nature de l'électrolyte employé et de sa concentration. Si de hauts voltages sont nécessaires, une solution saturée de borax donne de bons résultats. Une cellule plomb-aluminium avec une solution de borax supportera 300 volts sans inconvénient. Il s'ensuit que plusieurs cellules en série donneraient un voltage multiple de celui-ci.

Avec le dispositif ordinaire Nodon, on a l'habitude de transformer le courant alternatif à 110 volts en un courant pulsatoire direct. Pour de plus hauts voltages, un groupe de plusieurs cellules remplace chacune des quatre cellules du dispositif Nodon. La figure 1 montre d'après *Electrical World* un tel dispositif avec quatre cellules dans chaque groupe. T représente le transformateur fournissant le voltage alternatif. Les traits longs représentent les plaques d'aluminium, les traits plus courts les plaques de plomb. L est la charge. Le voltage à la charge dépend beaucoup du courant de charge puisque la résistance intérieure est plutôt élevée.

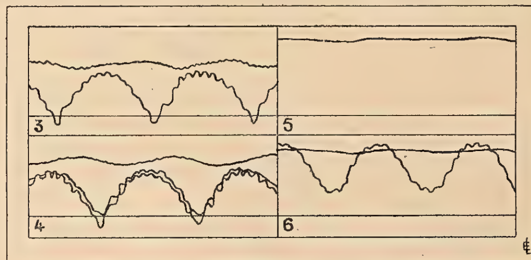


Fig. 3.

La forme ondulatoire a été étudiée au moyen d'un oscillographe Siemens et Halske. Les vibrateurs étaient étalonnés de façon que les intensités et les voltages pussent être lus directement sur les photographies avec la même précision, telle qu'elle était permise par la mesure des ordonnées des courbes. Avec le dispositif Nodon on constate que quand la charge est non-inductive le courant est complètement redressé et ne tombe jamais à zéro aux points minimum. La fluctuation de valeur du courant redressé est cependant très grande ; pour la réduire il y a deux méthodes évidentes :

a) l'introduction d'inductance en série avec la charge ;

b) l'addition d'un condensateur en parallèle avec la charge.

La figure 3 montre l'effet d'une inductance en série avec la charge. La courbe inférieure est la courbe de voltage ; la courbe supérieure est celle d'intensité. La figure 4 montre deux courbes de voltage et une courbe d'intensité. Soit *e* la courbe qui devient tangente à la ligne zéro, soit *e'* la courbe qui descend légèrement au-dessous de la ligne zéro. *e* est la courbe de voltage quand la charge est une résistance non-inductive et *e'*, est la courbe de voltage avec la même résistance totale et une inductance de 33 millihenrys. La courbe supérieure est la courbe d'intensité avec l'inductance dans le circuit. *e'* tombe au-dessous de la ligne zéro aux points minimum parce que la force électro-

motrice de self-induction s'ajoute à la force électromotrice du redresseur. Les auteurs ont pu différencier graphiquement la courbe de courant et ont montré que la courbe e' est faite de deux composantes dont l'une est e et l'autre est $\frac{di}{dt}$ L étant l'inductance et $\frac{di}{dt}$ la dérivée de l'intensité par rapport au temps.

La figure 5 est un oscillogramme montrant un courant rectifié avec la combinaison à quatre cellules (charge de 2 amp. 5). Une inductance de 33 millihenrys fut placée en série avec la charge et un condensateur de 25 microfarads en parallèle avec elle. La fluctuation autour de la valeur moyenne du courant n'est que peu supérieure à 1 %.

Quand on veut de hauts voltages et de faibles intensités, le condensateur sans inductance donne de bons résultats. La figure 6 montre l'effet de capacité dans un tel cas. Le voltage continu dans ce cas était de 2.800 volts et l'intensité d'environ 0,1 ampère. La courbe montrant la plus grande fluctuation représente le voltage sans condensateur, tandis que l'autre fut obtenue avec un condensateur de 2, 8 microfarads.

Une autre disposition des cellules imaginée par Schultz permet d'obtenir des voltages continus de beaucoup supérieurs au double de la valeur effective de la force électromotrice alternative. (fig. 2). Les condensateurs avaient chacun une capacité de 2, 8 microfarads. Au sommet d'une demi-période un des condensateurs est chargé au voltage maximum produit par le transformateur, c'est-à-dire à 1,41 fois la valeur effective du voltage. Au sommet de la demi-période suivante l'autre condensateur reçoit une charge égale. Les deux condensateurs sont en série, et par suite la différence de potentiel totale entre les bornes D et C est 2 × 1,41 × E.

E étant la valeur effective du voltage alternatif. Ceci suppose que l'onde est harmonique et les pertes insignifiantes. Si l'on appliquait 900 volts, le voltage redressé serait : 2 × 1,41 × 900 = 2538. Le voltage mesuré dans ces conditions fut 2250.

M. G.

(*D'après Electrician*).



Un nouveau type de roue mobile pour turbine hydraulique.

Cette roue est caractérisée par la disposition spéciale des aubes en vue d'un courant axial. Par suite de sa plus grande vitesse et de son prix de revient inférieur, elle semble appelée à un certain avenir.

Les principaux avantages de ce type sont :

a) Economie de 15 à 35 % dans le prix de revient du générateur, suivant les dimensions et la vitesse, ceci par suite de l'augmentation de vitesse de 50 % réalisée.

b) Prix de revient moins élevé de la turbine par suite d'une plus grande simplicité de la roue. On estime cette réduction à environ 10 %, la roue ne pesant qu'environ le tiers du poids des roues du type ordinaire et étant beaucoup plus facile à construire, soit d'un seul bloc, soit avec des aubes rapportées.

c) Diamètre plus faible du générateur, ce qui entraîne une diminution des dimensions de la centrale.

d) Rendement plus élevé du générateur, dû à un meilleur tracé des aubes permis par la vitesse plus grande. On estime que cette augmentation de rendement varie entre 1,5 et 3 %.

d) Plus grande souplesse de la turbine.

(*Electrical World*).

M. G.



Un nouveau phénomène électrique.

Dans une longue et intéressante lettre au journal *Nature*, le professeur Elihu Thomson a annoncé la découverte d'un nouvel effet magnéto-optique. Son fils, M. Malcolm Thomson, employait une résistance à souder qui appliquait le courant d'une façon intermittente, lorsqu'un des opérateurs, M. Davis, attira son attention sur une illumination particulière et intermittente de l'espace près du soudeur, lorsqu'on faisait passer et qu'on interrompait le courant.

Le professeur Elihu Thomson examina l'effet lumineux avec un Nicol et trouva que la lumière était polarisée. Des recherches ultérieures montrèrent que l'effet dépendait de la présence de particules finement divisées des arcs en fer employés pour souder, associées à une fumée d'un gris jaunâtre s'élevant de l'arc. La polarisation était complète avec cette fumée, quoique le champ magnétique fut fortement incurvé.

Une quantité infinie de matière rend l'air d'une grande salle capable de montrer cet effet, les particules étant extrêmement ténues, restant en suspension dans l'air pendant un long temps et étant rapidement diffusées à travers l'espace.

L'examen microscopique des fumées a fait supposer que les particules très petites dont il vient d'être parlé étaient souvent réunies ensemble comme des chaînes minuscules.

M. M.

Informations.

Autorisations. — Concessions.

Aube. — La Commission départementale de l'Aube a émis un vœu tendant à ce que la ligne de transport des forces motrices du Rhône, dont le projet est actuellement à l'étude, passe par Troyes.

Les conditions d'établissement et les tracés des lignes de transport de l'énergie du Rhône vers Paris seront étudiés par la Compagnie Nationale du Rhône actuellement en formation.

Calvados. — La Société d'Electricité de Caen a demandé une concession d'Etat avec déclaration d'utilité publique pour un réseau de distribution d'énergie électrique à la tension de 30.000 volts comprenant :

1° Une ligne allant de la Centrale de Caen au poste des Chantiers navals français à Blainville, en passant sur le territoire des communes de Caen, Mondeville, Hérouville, Colombelles et Blainville,

2° Une ligne raccordant la Centrale de Caen au branchement de la ligne de transport d'énergie Caen-Condé-sur-Noireau avec la ligne Caen-Mézidon en passant sur les communes de Caen, Mondeville, Cormelles et Ifs.

3° Une ligne de transport d'énergie électrique de Caen à Glos par Mézidon et Lisieux au travers du territoire des communes de Cormelles, Grentheville, Soliers, Frenouville, Bellengreville, Vimont, Moult, Airan, Cesny-aux-Vignes, Ouézy, Canon, Mézidon, Percy-en-Auge, Ecajeul, Menil-Mauger, les Authieux-Papion, Saint-Julien-le-Faucon, Le Mesnil-Simon, Les Monceaux, Saint-Pierre des Ifs, Saint-Désir, Lisieux, Beuvillers et Glos.

La première de ces trois lignes est déjà construite. La seconde est à construire, elle a pour but de réduire les chances d'arrêt dans l'exploitation des lignes Caen-Condé-sur-Noireau et Caen-Mézidon. La troisième est construite jusqu'à Mézidon. La concession a été demandée pour cinquante ans.

Dordogne. — Pour faciliter la diffusion de l'électricité dans les fermes et les villages de cette région agricole, et en rendre l'emploi accessible aux petits propriétaires, colons et fermiers, les Communes de Missidans, Sourzac Saint-Louis, Saint-Front et Saint-Médard ont pris l'initiative de se constituer en syndicat et ont présenté une demande de concession d'Etat dans les communes précitées.

Elle utiliserait le barrage de Lacaillade (commune de Sourzac) construit par l'Etat sur la rivière l'Isle pour les besoins de la navigation et sur lequel aucune usine n'est encore installée.

Le projet consiste à accoler une usine à ce barrage qui ne serait en rien modifié.

Les communes riveraines intéressées sont les communes de Sourzac, Saint-Louis, Saint-Front et Mussidan qui toutes font partie du groupement précité.

L'objet de l'entreprise est l'utilisation de l'énergie, non seulement pour les besoins agricoles. mais aussi pour l'éclairage et la force motrice, Ultérieurement si possible, on admettrait les communes voisines qui le demanderaient à faire partie du groupement.

La durée prévue pour les tavaux d'aménagement serait de dix-huit mois.

Eure-et-Loir. — Par décision du 21 mars, la Société de distribution d'électricité de l'Ouest a obtenu la concession sollicitée par elle d'une distribution aux services publics sur le parcours Aubs-Nonancourt-Bérou-Dreux et Verneuil.

Nord. — La Compagnie électrique du Nord a sollicité l'autorisation provisoire de construire une ligne aérienne à 15.000 volts partant de la ligne de Wattignies à l'Arbrisseau et destinée à alimenter les Etablissements Bourgeois à Wattignies.

Ce branchement serait ultérieurement compris dans la concession de distribution d'énergie électrique aux services publics demandée en 1920.

Cette autorisation lui a été accordée sous les réserves techniques d'usage et à condition que dès la promulgation du décret approuvant l'acte de concession, la Société sollicitera, par application de l'article 3 de son cahier des charges, une autorisation définitive.

— La Compagnie électrique du Nord a été autorisée à construire, dès maintenant, à titre provisoire, entre Herliès et Aubers, une ligne d'énergie électrique à H. T. destinée à l'alimentation de la tuilerie Delattre et de l'usine du Nord et du Pas-de-Calais.

Cette ligne sera comprise dans la concession d'Etat que cette société a déjà déposée.

Moselle et Bas-Rhin. — La Société des Forces électriques lorraines à Metz qui a établi divers réseaux ruraux de distribution d'énergie électrique dans les départements de la Moselle et du Bas-Rhin, vient d'être autorisée provisoirement à faire circuler le courant dans ses lignes dont la tension est de 380/220 volts.

La question de l'admission de cette tension est actuellement soumise à l'examen du Comité d'électricité.

Yonne, Nièvre, Haute-Marne, Côte-d'Or. — La Société d'Etudes des Chutes de la Cure et des Chemins de fer électriques de l'Yonne a demandé l'autorisation d'établir sous le régime des concessions d'Etat, une distribution d'énergie électrique aux services publics s'étendant sur les départements de l'Yonne et de la Nièvre et sur une partie des départements de la Haute-Marne et de la Côte-d'Or.

Saône-et-Loire et Allier. — La Compagnie centrale de distribution d'énergie électrique ayant établi par permission de voirie une ligne électrique à 20.000 volts, entre Bert et La Broche (Allier) se propose d'étendre cette ligne sur une profondeur de 2.200 mètres jusqu'à Digoin (Saône-et-Loire) en vue de desservir divers industriels de cette ville et ultérieurement, de Digoin à Paray-le-Monial, pour rejoindre le réseau de la Compagnie électrique de la Grosne.

Seine. — La Société d'éclairage et de force par l'électricité à Paris a obtenu l'autorisation d'établir, sans attendre l'achèvement des formalités réglementaires, une canalisation électrique à haute tension, allant du centre de couplage du Carrefour Pleyel, à Saint-Denis, aux postes centraux de La Courneuve et du Bourget. Cette canalisation qui empruntera le territoire des communes de Saint-Denis, d'Aubervilliers et de la Courneuve, sera comprise dans la concession d'Etat pour une distribution d'énergie aux services publics demandée par la Société susvisée et dont l'instruction est en cours.



Indications sur compteurs électriques.

Pour répondre à diverses demandes rappelons qu'aucun concessionnaire de distribution d'énergie électrique n'a le droit de faire poser chez les abonnés des compteurs électriques construits postérieurement au 1er mars 1920 sans qu'ils soient d'un des types approuvés par le Ministère des Travaux publics et sans qu'il soient muni— d'une plaque de contrôle apparente portant en caractères gravés d'au moins 3 millimètres de hauteur les indications suivantes à l'exclusion de toutes autres :

1º Nom du constructeur ;

2º Adresse du constructeur ;

3º Désignation du type ;

4º Date de l'arrêté d'approbation ;

5º Limite de courant et de tension de l'instrument : fréquence s'il y a lieu.

6º Lieu de fabrication ;

7º Constante du compteur, par tour de disque ou de cadran, s'il y a lieu, et numéro d'ordre.

A propos de la réglementation des distributions d'énergie.

A la suite d'une interpellation à la Chambre des députés, dont nous avons rendu compte (1), un projet de loi visant à la suppression du régime des permissions de voirie a été déposé par M. Néron et plusieurs de ses collègues.

La Commission des mines, chargée de l'examen de ce projet de loi, a entendu à ce sujet les représentants du Syndicat des producteurs et distributeurs, ainsi que les délégués des associations des consommateurs d'électricité.

Des chiffres montrant l'importance de leur industrie ont été donnés par les producteurs d'électricité :

Le nombre des kilowatts installés actuellement dans les usines des sociétés adhérentes à leur Syndicat s'élève à environ 2 millions, soit 3 millions chevaux-vapeur. La longueur de leurs lignes de distribution atteint 23.000 kilomètres. Les capitaux investis se montent à 2 milliards 700 millions de francs dont environ 1 milliard 600 millions de francs en actions et 1 milliard 100 millions de francs en obligations. Sur les 36.000 communes de France, 6.000 tout au plus sont actuellement électrifiées Le programme d'électrification générale, à réaliser dans les quinze années prochaines, se monte à 15 milliards, soit 1 milliard par an.

Les producteurs insistent particulièrement sur la nécessité de ne pas porter atteinte au crédit de leur industrie, si nécessaire pour ces réalisations, d'autant plus que dans les entreprises de production et de distribution d'énergie électrique, il faut tous les dix ans presque doubler les capitaux investis, si on veut que les moyens de production continuent de correspondre aux besoins.

Les délégués des Associations de consommateurs, composées en très grande majorité d'industriels, ont de leur côté déclaré à la Commission des mines que, si leur désir était d'avoir du courant suivant une tarification rationnelle sur laquelle ils demandent à être consultés par le moyen de commissions locales, ils étaient prêts à le payer le prix nécessaire, et même à participer à la constitution des capitaux. Ils ont en outre demandé l'établissement de concessions départementales et interdépartementales qu'ils estiment utiles pour l'électrification rapide de nos diverses régions.

L. D. F.

---

(1) Voir *l'Electricien* du 15 janvier 1922.

Réclamations sur tarifs.

Un certain nombre de communes de la Haute-Garonne, alimentées par l'énergie hydro-électrique, se plaignent des augmentations excessives des tarifs de vente de l'énergie électrique et s'étonnent d'être obligées de payer 1 fr. 20 le kilowatt-heure d'éclairage alors qu'à Paris, où est utilisée l'énergie thermique, le tarif n'est que de 0 fr. 99 et désireraient voir imposer aux concessionnaires les mesures nécessaires pour que le maximum autorisé pour l'augmentation des prix de l'électricité soit sensiblement réduit.

Il résulte d'une réponse écrite insérée au *Journal officiel* en octobre 1921, à la suite de plaintes analogues, que les services de contrôle ont pour mission d'aider les municipalités de leurs conseils, mais que ces dernières ont toute liberté pour arrêter, d'accord avec leurs concessionnaires, les augmentations des tarifs de l'énergie électrique reconnues nécessaires par suite du bouleversement résultant de la guerre.

Les municipalités de la Haute-Garonne, dont il s'agit aujourd'hui, ne pourraient donc obtenir d'abaissement de tarifs qu'en modifiant les avenants qui les ont autorisés. En réalité, le prix maximum de 1 fr. 20 par kilowatt-heure d'éclairage, appliqué dans la plupart des distributions concédées de la Haute-Garonne, paraît acceptable même pour de l'énergie hydraulique. Il faut bien se rendre compte, en effet, que les conditions dans lesquellles se fait l'exploitation d'une distribution d'énergie rurale desservant une population de faible importance sont très différentes de la distribution publique dans Paris où l'énergie, même d'origine thermique, revient par suite du grand nombre de consommateurs alimentés par kilomètre à un prix inférieur à celui de l'énergie d'origine hydraulique distribuée dans les campagnes.

En ce qui concerne les communes alimentées par des réseaux installés par permission de voirie et qui imposent à leurs abonnés des tarifs exagérés, on doit malheureusement constater que l'Administration ne peut intervenir pour s'opposer à l'application de tarifs trop élevés car l'article 5 de la loi du 15 juin 1906 stipule que les permissions de voirie ne peuvent prescrire aucune disposition relative aux conditions commerciales de l'exploitation. Le ministère des Travaux Publics et les services de contrôle des départements sont par suite, sans moyen d'intervenir au sujet de ces traités particuliers et les municipalités n'ont qu'un seul moyen de mettre fin à un tel état de choses : c'est de s'adresser aux tribunaux compétents pour hausse illicite du courant ou pour inéxécution des clauses du traité particulier intervenu au moment où le réseau de distribution a été établi. J. R.

Vérification de la régularité du voltage.

La question s'est posée récemment de savoir dans quelles conditions la Municipalité pouvait, dans le but de contrôler la tension du courant distribué à la Ville, faire procéder en des points déterminés à la pose d'un certain nombre de branchements auxquels seraient reliés des appareils enregistreurs pour lesquels la ville consentirait à payer une location dans les mêmes conditions que pour les branchements desservant les immeubles communaux.

La Société concessionnaire a opposé un refus formel à ce projet en alléguant qu'il ne lui était pas possible d'accepter des aggravations aux obligations de son cahier des charges.

La consommation des appareils de mesure dont il s'agit, ne devant pas atteindre le maximum de consommation exigé par l'article 15 du cahier des charges-type, la Municipalité ne peut se référer à cet article pour faire adopter par le concessionnaire l'installation qu'elle propose et elle n'aurait d'autre ressource que de faire exécuter les branchements à ses frais, et moyennant paiement immédiat, si elle désire avoir un contrôle permanent sur la tension du courant distribué.

Toutefois, si elle est saisie de plaintes ou qu'elle elle a pu constater par elle-même des irrégularités dans la tension, la Municipalité peut, pour la sauvegarde des intérêts dont telle a la charge, exiger par application de l'article 51 du décret du 3 avril 1908, que le concessionnaire effectue, devant ses agents, toutes mesures nécessaires à la vérification des conditions électriques de la distribution. Le service du contrôle pouvant exiger ces vérifications si la Municipalité estime que l'exploitation apporte une gêne ou un trouble dans le fonctionnement du service public desservi.

J. R.



Contrôle communal.

Par application du décret du 17 octobre 1907 modifié par les décrets du 6 septembre 1912 et 28 février 1920, le Ministre des Travaux publics a décidé que le contrôle municipal des distributions d'énergie électrique serait exercé à titre provisoire par les agents de l'Etat dans les communes ci-dessous désignées qui n'ont pas procédé à l'organisation de leur contrôle.

Baixas, Prats-de-Molle, Moureilles, Claira, Neffiach, Ortaffa, Toreilles, Port-Vendres, Garrhès, Codalet, Corbère d'Amont, Llupian, Marquixanes, Montescot, Pézilla-de-la-Rivière, Ponteilla, Ria, Villefranche, Pollestre, Saint-Jean-Lasseille, Alénya,

Cerbère, Labour, Bas-Elne, Theza, Réal, Saint-Arnac, Ansignan, Le Perthus, Sahorre, Bourg-Madame, Le Boulou, Osséja et Saillagouze.

C'est une des premières applications des dispositions nouvelles introduites par le décret du 28 février 1920, on sait que ce contrôle peut cesser d'être exercé par les agents de l'Etat si les communes susvisées prennent les mesures nécessaires pour le faire assurer par des agents remplissant les conditions prévues par l'arrêté ministériel du 27 décembre 1907.



Agents du contrôle communal.

Les municipalités ne peuvent pas désigner pour le contrôle des distributions d'énergie électrique les ingénieurs et ingénieurs-adjoints des Travaux publics de l'Etat qui ont subi l'examen prévu au tableau E annexé au décret du 26 août 1905 et dont le programme est applicable aux blessés de guerre réformés en vertu du décret du 14 juillet 1916. Cet examen ne figure pas, en effet, à l'art. 10 de l'arrêté du 27 décembre 1907 parmi ceux qui dispensent des épreuves instituées par le dit arrêté.

D'autre part, les ingénieurs et ingénieurs-adjoints des travaux publics de l'Etat, provenant du cadre des adjoints techniques, qui ont subi avec succès l'examen professionnel ne peuvent pas non plus être chargés du contrôle des distributions d'énergie électrique ; l'article 9 de l'arrêté du 18 juin 1912 spécifie, en effet, que les nominations de conducteurs faites à la suite de cet examen ne confèrent pas le bénéfice des dispenses d'examen accordées par l'arrêté du 27 décembre 1907 pour exercer le contrôle des distributions municipales d'énergie électrique aux conducteurs admis aux concours postérieurs à 1902. J. R.

LÉGISLATION

Fournitures d'énergie aux services publics.

A la suite de propositions de tarifs paraissant exagérées, présentées par la Société alimentant la région, pour la fourniture de l'énergie à l'usine radio-télégraphique de Pézenas, l'Administration des Postes et Télégraphes a dû se résoudre à la production sur place, par ses propres moyens, du courant nécessaire à cette usine. La possibilité pour cette société de présenter des tarifs aussi élevés provient de ce qu'elle distribue l'énergie par permission de voirie et qu'elle est, dès lors, libre de fixer ses tarifs sans que l'Administration puisse intervenir puisqu'elle n'est liée à elle par aucun cahier des charges.

Aussi la question s'est-elle posée de savoir s'il n'y aurait pas lieu d'introduire dans les contrats de concession des clauses spéciales réservant à des usines de cette nature des conditions de fourniture d'énergie électrique au moins aussi avantageuse que celles faites aux particuliers.

On sait en effet qu'aux termes de l'article 12 du cahier des charges type des concessions de distribution aux services publics, le concessionnaire est tenu de fournir l'énergie électrique aux services publics mais il ne s'applique pas à une usine ou à une station radiotélégraphique qui ne rentre pas légalement dans la catégorie des établissements publics.

La Commission des distributions d'énergie électrique s'occupera vraisemblablement d'examiner cette question au cours de l'étude à laquellle elle procède actuellement sur la demande des syndicats de l'Electricité pour de nouvelles modifications à introduire dans le cahier des charges-type des distributions aux services publics.

Conventions antérieures, art. 18.

Un certain nombre d'industriels ont demandé si les dispositions de la circulaire ministérielle du 18 juillet 1920 relatives aux rectifications à apporter à la rédaction de l'article 18 du premier exemple du cahier des charges annexé aux instructions du 24 novembre 1919 et 17 janvier 1920 étaient toujours en vigueur, bien que l'article 18 du cahier des charges-type des concessions de distributions aux services publics annexé au décret du 28 juin 1921 ne contienne pas les dispositions qui y étaient précédemment prévues.

La circulaire susvisée du 18 juillet 1920 prescrivait de modifier ainsi l'article 18 précité... « Il est entendu que les conventions particulières pouvant exister à la date d'approbation du présent cahier des charges (ou du présent avenant au cahier des charges) sont maintenues en leur forme et teneur, et que ces conventions n'entreront pas en ligne de compte dans les comparaisons à faire avec les conditions accordées à de nouveaux abonnés ».

Dans le cahier des charges-type du 28 juin 1921, cette clause n'a, en effet, pas été inscrite à l'article 18, mais, ainsi que le dit la circulaire du 28 juin 1921, une clause dans le même sens pourra être insérée dans l'article 20, en ayant soin de viser l'application de l'article 18 du cahier des charges.

Dès lors, les dispositions de la circulaire du 10 juillet 1920 sont bien maintenues, sinon dans leur texte même, tout au moins dans leur esprit, puisqu'elles sont confirmées par une circulaire postérieure. Il n'y a, en fait, qu'un changement de rédaction et d'insertion, la clause dont il s'agit passant de l'article 18 à l'article 20.

J. DE LA RUELLE.

Procédure de relèvement de tarifs.

Le concessionnaire doit adresser directement au maire ou au préfet, ou au ministre des Travaux Publics, selon la nature de la concession dont il s'agit, une demande écrite contenant les justifications nécessaires pour justifier le relèvement de tarifs. Cette demande est soumise à l'instruction réglementaire dans les mêmes conditions que les demandes de concessions et instruite suivant les mêmes formes. S'il s'agit d'une concession communale, le maire doit provoquer, conformément à l'article 15 du décret du 3 avril 1908, l'avis sommaire de l'Ingénieur en chef du Contrôle puis soumettre le dossier au conseil municipal appelé à décider s'il y a lieu ou non de procéder à l'enquête.

Au cas où un accord ne pourrait se réaliser, le concessionnaire pourrait porter le différend devant la juridiction compétente qui apprécierait alors dans quelle mesure le refus de la municipalité est justifié.

J. R.

JURISPRUDENCE

RESPONSABILITÉ D'ACCIDENTS DANS UNE INSTALLATION CONFORME AUX RÈGLEMENTS

Le fait de se conformer aux réglements plus ou moins bien établis, en matière de distribution d'énergie électrique, n'est pas exclusif de toute idée de faute. Ces règlements n'ont pour but que d'indiquer le minimum de précautions à prendre d'une façon générale, mais ils ne sauraient prévoir tous les cas particuliers et il appartient aux intéressés de prendre toutes dispositions utiles pour supprimer les accidents.

Notamment, une Société de distribution d'énergie électrique doit être rendue responsable de l'incendie occasionné à un immeuble par la rupture d'un isolateur placé sur un potelet en fer scellé sur cet immeuble, alors qu'il est démontré par expertise qu'un chaînage général en fer faisant le tour du bâtiment, la compagnie n'a pas pris les dispositions nécessaires pour éviter un accident en cas de rupture de l'isolateur.

Le distributeur a la garde et l'entretien de son installation : aux termes de l'article 1384 du Code civil, il est responsable non seulement des dommages qu'il peut causer de son propre fait, mais encore de ceux causés par les choses qu'il a sous sa garde, c'est-à-dire par son installation. Il ne peut être exonéré de sa responsabilité que par un cas de force majeure ou par la faute de la victime, telle n'est pas l'hypothèse.

(Trib. de Tours, 9 décembre 1920. Affaire Fillet-Besnard contre Société électrique de Touraine.)

EXPIRATION DE CONCESSION ET CONCURRENCE

Lorsqu'une concession comportant monopole est parvenue à expiration, l'autorité concédante ne peut, en aucun cas, accorder une permission de voirie ou une concession à une entreprise concurrente à des conditions plus avantageuses que celles de la concession primitive, sous peine d'être tenue d'indemniser son premier concessionnaire.

(C. de préfecture de la Seine, 15 décembre 1920, Compagnie de l'Ouest parisien (Ouest-Lumière), c. ville de Suresnes.)

INCOMPÉTENCE DU CONSEIL D'ÉTAT POUR LES DIFFICULTÉS ENTRE CONCESSIONNAIRE ET ABONNÉ

Si les actes administratifs qui concourent à la formation d'un contrat peuvent, — exclusivement d'ailleurs, pour des motifs d'incompétence, de vice de forme, ou de violation de la loi, et non à raison de l'atteinte qui pourrait en résulter pour les droits nés d'un contrat antérieur, — faire l'objet d'une demande en annulation pour excès de pouvoir, les conventions elles-mêmes ne sont pas susceptibles d'un tel recours, l'annulation n'en pouvant être prononcée que par le juge du contrat.

Le Conseil d'Etat n'est par ailleurs pas compétent pour connaître des difficultés nées entre les compagnies concessionnaires et leurs abonnés.

(C. d'Etat, 17 décembre 1920, Romoroni c. Protecrotat du Tonkin et Veyrenc et C[ie].)

PERMISSIONS DE VOIRIE POUR FORCE MOTRICE

Lorsque, par son traité, un concessionnaire de distribution d'électricité jouit du privilège exclusif de distribuer le courant destiné à tous usages, sauf à la production de la force employée aux usage industriels, la ville concédante peut autoriser des particuliers à placer des fils au-dessus de la voie publique, en vue du transport et de la distribution de l'électricité employée comme force motrice,

Mais les permissions de voirie accordées sont strictement limitées à cet objet. Dès lors si les permissionnaires utilisent le courant non seulement à actionner des machines, mais encore à éclairer les ateliers, bureaux, magasins et locaux d'habitation de leurs abonnés, le concessionnaire subit un préjudice dont il est en droit de demander réparation à la ville, car il appartenait au maire, en présence des abus constatés, de retirer les permissions accordées, à raison de l'inexécution des conditions prescrites.

(C. d'Etat, 14 janvier 1921. Ville d'Oloron Sainte-Marie, c. Société du gaz et d'électricité de la ville d'Oloron.)

René Gérin,
Licencié ès-sciences, Maître de Conférences
à la Faculté de droit, avocat à la Cour de Lyon.

Inventions. — Appareils et procédés nouveaux

DISPOSITIF DE SÉLECTION PAR RÉSONANCE POUR COURANT ALTERNATIF *(Erratum n° 1297).*

C'est un dispositif destiné à sélectionner une oscillation de fréquence déterminée dans un groupe d'oscillations complexes et de reproduire l'oscillation donnée seule (Procédé Brillouin).

Deux électro-aimants *b* et *b″* sont disposés (fig. 1) de chaque côté d'une lame vibrante *f* et sont étudiés de façon à ne pas réagir l'un sur l'autre.

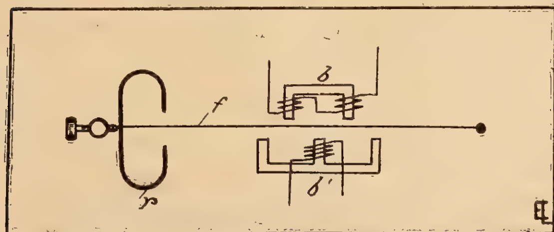


Fig. 1.

La lame vibrante *f* est étudiée de façon à avoir une période propre de vibration et à ne vibrer que pour cette période. Les déplacements périodiques de la lame produisent des courants de la fréquence désirée dans l'électro-aimant *b*, par exemple, quand l'électro-aimant *b″* est parcouru par le groupe d'oscillations complexes. Un ressort *r* permet de varier la période d'oscillation de la lame vibrante.

Cette disposition peut être appliquée à la réception des signaux radio-télégraphiques. (Br. Fr. 531.702. — Société Indépendante de T. S. F.)

INTERRUPTEUR PÉRIODIQUE DE COURANT

Ce dispositif peut être intercalé dans les circuits desservant des installations à tarifs différents d'éclairage et de chauffage. Il a pour but de rendre le courant inutilisable pour l'éclairage dès qu'on change de tarif.

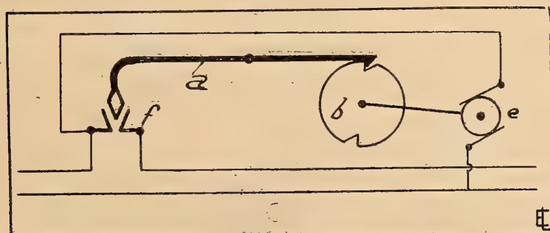


Fig. 2.

C'est un simple interrupteur périodique de courant composé (fig. 2) d'un levier interrupteur *a* et de contacts en *f*; le levier est manœuvré par une came *b* commandée par un petit moteur électrique *e*.

Les interruptions produites sont d'une fréquence suffisante pour empêcher tout éclairage par lampes, mais elles permettent l'utilisation d'appareils de chauffage. (Br. Fr. 531.881. — Cie des Compteurs.)

MINUTERIE ÉLECTRIQUE

Ce type de minuterie est formé (fig. 3) d'un électro-aimant *s* et d'un dash-post spécial destiné à produire une interruption brusque du circuit.

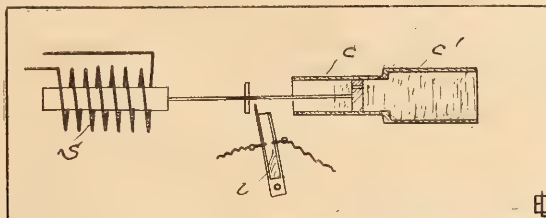


Fig. 3.

Pour cela le cylindre est divisé en deux parties *c* et *c′* dont l'une est d'un diamètre plus grand que l'autre; dans ces conditions le mouvement du cylindre est très lent. dans la première partie du trajet et très rapide dans la deuxième partie *c′*. (Br. Fr. 531.767. — Bernet).

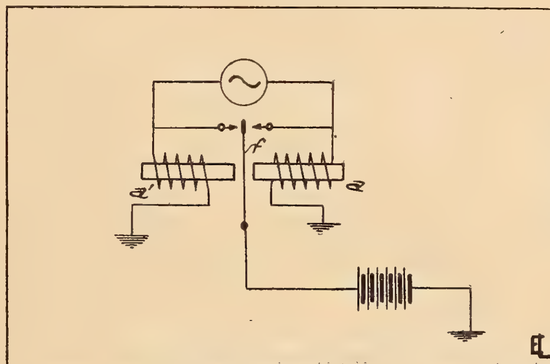


Fig. 4.

APPAREIL MAGNÉTIQUE DE COMMUTATON POUR REDRESSER LE COURANT ALTERNATIF

Ce dispositif est essentiellement applicable aux automobiles Ford, et est destiné à transformer le courant alternatif en courant continu pour la charge des accumulateurs.

On utilise dans ce cas (fig. 4) deux électro-aimants *a* et *a′* excités par le courant alternatif et agissant sur une lame *f* à laquelle sont reliés les accumulateurs. (Br. Fr. 531.957. — Laurent).

CONVERTISSEUR TOURNANT

Un appareil destiné à transformer le courant alternatif en courant continu ou *vice versa*, comprend (fig. 5), un collecteur tournant C avec des balais F 1, F 1¹, etc., connectés aux conducteurs polyphasés I, I¹, etc.; les lames de ce collecteur sont reliées à une résistance R qui tourne avec lui et celle-ci est connecectée à deux ou plusieurs points P, P¹, pour commander les bagues B, B¹, dont les balais sont reliés aux conducteurs à courant continu.

La résistance peut prendre des valeurs décroissantes et les lames du commutateur peuvent être courcircuitées ou remplacées par une lame plus grande. Les harmoniques et particulièrement la troisième, peuvent être limitées au moyen d'une bobine de réactance A (fig. 6) monophasée à

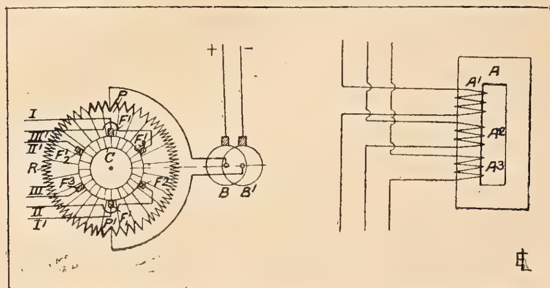


Fig. 5. Fig. 6.

circuit magnétique fermé et des enroulements $A^1 ... A^3$ en série avec les phases du courant alternatif. La résistance peut être enroulée autour de chevilles isolantes placées sur une roue métallique et fixée sur l'arbre du convertisseur. Du courant continu à haut voltage, peut être obtenu en montant plusieurs convertisseurs $C_1 ... C_3$ sur le même arbre et en les connectant en série comme le montre la figure 7

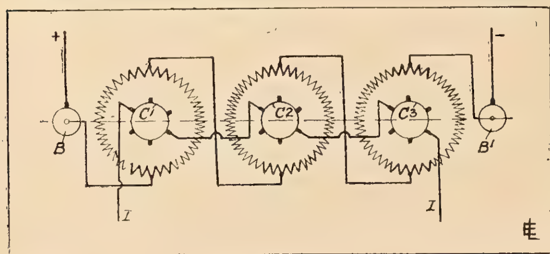


Fig. 7.

sur laquelle les connexions et les balais n'ont été figurés que pour la phase I. Lorsqu'on transforme du courant continu en courant polyphasé, le convertisseur peut être employé pour conduire des moteurs synchrones à vitesses variables en modifiant sa vitesse de rotation. Pour obtenir à différentes vitesses, l'égalité approximative de la force contre électromotrice du moteur et le voltage des balais du convertisseur, l'excitation ou le groupement des enroulements du moteur peuvent être modifiés, on peut aussi insérer des résistances du côté courant continu. Des moteurs synchrones peuvent aussi être conduits à vitesses variables dans le cas d'une alimentation par courants polyphasés en employant deux convertisseurs, le premier ayant pour but de régler l'alimentation tandis que le second transforme le courant continu ainsi obtenu en courant alternatif à fréquence variable. (Br. angl. n° 169.694. — Connick.)

M. M.

COUPURE D'UN CIRCUIT ÉLECTRIQUE INDUCTIF

Ce dispositif a pour objet d'éviter les étincelles qui se produisent à la rupture d'un circuit inductif A et de détruire son magnétisme rémanent. La figure 8 montre la position des interrupteurs lorsqu'aucun courant ne passe dans le circuit. Le circuit principal est fermé ou ouvert en manœuvrant la poignée J à droite ou à gauche. Pour la fermeture, le ressort h^5 met en mouvement la tige H vers le haut et réunit les contacts h^3, h^4, la bobine h^2 maintenant ce contact. A la coupure, le ressort d^2 agit sur la tige D et ferme respectivement les circuits C et E. Le circuit E alimentant alors la bobine b^3, la tige B est attirée et coupe le circuit principal, un courant d'induction passe du circuit A à travers le circuit C empêchant ainsi l'étincelle de

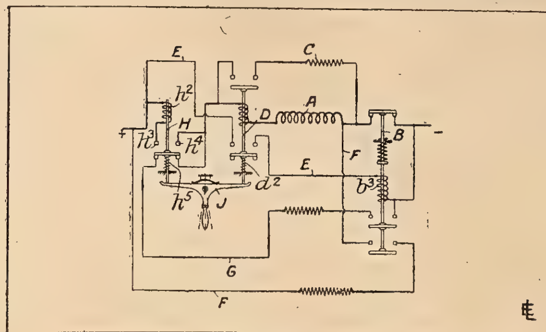


Fig. 8.

rupture de se produire. La tige H cependant étant maintenant relâchée, on obtient un circuit complet F, A, G, E qui laisse passer le courant à travers le circuit inductif A destiné à détruire son magnétisme rémanent. La tige D tombe alors coupant le circuit E, ce qui produit la chute de la tige B et le rétablissement du circuit primitif. (Br. angl. 169.721. — Krupp.)

M. M.

INSTALLATION DE SOUDURE ÉLECTRIQUE A RÉGLAGE AUTOMATIQUE

Un appareil à souder électrique dans lequel l'arc soudant est maintenu à une valeur constante par l'alimentation automatique de l'élextrode soudante réglée par le voltage existant aux extrémités de l'arc, comprend une partie pouvant pivoter et à travers laquelle se fait l'alimentation de l'électrode et disposée de telle sorte que l'électrode puisse être éloignée de la pièce sur laquelle doit s'effectuer la soudure pour couper l'arc. L'électrode soudante 1 est alimentée (fig. 9) par un câble passant sur une

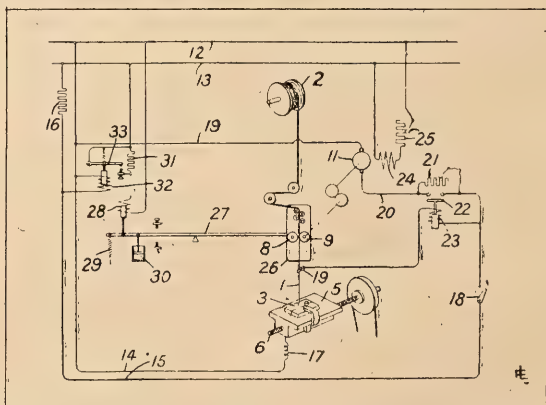


Fig. 9.

bobine 2 et sur des rouleaux 8, 9 destinés à le guider et qui sont placés sur une plaque 26. La pièce à souder 3 est maintenue par une agrafe sur une table 5 qui peut être traversée par une vis 6. La pièce à travailler est réunie à un conducteur 14 qui alimente une bobine de réactance 17

et est connecté à un conducteur principal d'alimentation 12. L'électrode 1 est réunie par l'intermédiaire d'un balai 19, d'un interrupteur 18, d'un conducteur 15, d'un régulateur de courant, à l'autre conducteur d'alimentation 13. L'armature du moteur 11 est réunie par des conducteurs 19,20 au circuit 14,15 en série avec une résistance réglable 21 qui peut être court-circuitée par un interupteur 22 actionné par un enroulement 23 se trouvant sur le circuit de soudure. L'enroulement de champ 24 du moteur est réuni aux conducteurs d'alimentation 12, 13 en passant par une résistance réglable 25. La pièce 26 est portée sur un axe pivotant 27 et sa position relativement à la pièce à travailler est contrôlée par un solénoïde 28 agissant sur un ressort 29 ; un dash-pot ou amortisseur à cylindre 30 ralentit le mouvement du bras. Le solénoïde est monté en série avec une résistance 31 pouvant être court-circuitée par un interrupteur 33 actionné par l'enroulement 32 branché sur le circuit de soudure. En fermant l'interrupteur 18, le moteur 11 tourne doucement jusqu'à ce que l'électrode 1 touche la pièce à travailler, la pièce 26 étant cependant tenue déprimée par le solénoïde 28 qui est complètement excité. Lorsque l'électrode touche la pièce, la courant passe ; le courant passant, à travers l'enroulement 32 est diminué et l'interrupteur 33 est relâché, ce qui permet à la partie 26 de s'élever par l'action du ressort 29 et de produire l'arc. Le courant servant à la soudure supprime aussi la résistance 21 du circuit, ce qui a pour but d'augmenter la vitesse du moteur ; vitesse qui varie avec le voltage existant aux bornes de l'arc. Ces variations de voltage affectent aussi le circuit de soudure, ce qui a pour effet d'agir sur l'enroulement 32 et par le fait même sur la pièce 26. (Br. angl. 170.643. — British Thomson-Houston.)

M. M.



Roue hydraulique flottante.

Pour réduire le coût des travaux nécessaires à une installation de captation d'une force hydraulique au lieu d'amener l'eau sous la roue ou dessus, comme cela s'est fait jusqu'aujourd'hui, on pourrait essayer l'inverse, c'est-à-dire placer la roue au-dessus du courant naturel des eaux ; de cette manière les terrassements et les maçonneries seraient supprimés.

En construisant 2 flotteurs jumelés à leurs deux extrémités seulement (fig. 1) et en plaçant au centre resté libre une roue à aubes courbes suspendue par les extrémités de son essieu sur chacun des flotteurs, cette roue sera flottante et ses aubes baignant convenablement dans le courant serait entraînée, d'autant plus vite que le courant irait plus vite et d'autant plus fort que les aubes présenteraient au courant une plus grande surface, tout le système étant maintenu par un câble fixé à la rive.

Nous supposerons que la roue porte dans sa plus grande circonférence une couronne dentée s'engrenant sur un pignon, bien plus petit dont l'arbre maintenu sur l'un des flotteurs porterait une roue dentée plus grande que le pignon, qui, elle-même s'engrainera sur le pignon d'une dynamo. Notre force rotative ainsi obtenue serait de suite transformée en force, ou énergie électrique et envoyée du bateau dans un circuit quelconque.

Quelle force obtiendrions-nous avec ce système ?

Si, ici, la chute est limitée, la masse sur laquelle nous pouvons agir est illimitée, nous agirons donc sur la masse d'eau, et nous supposerons une roue dont les palettes sont attaquées par la section d'un courant de $7^{m},50$ de largeur sur 4 mètres de profondeur, soit 30 mètres carrés ; en supposant la vitesse du courant d'un mètre à la seconde, chaque seconde nous apportera 30 mètres cubes d'eau ou 30.000 kilogs ou 30.000 kilogrammètres théoriques qui, divisés par 75, nous donnerons le nombre de H P théoriques de force.

Mais, en réalité, ce système ne capte que le 60 % de cette force, soit la formule :

$$\frac{30 \times 1\ 000 \times 60 \times 2}{75 \times 100} = 180 \text{ HP efficaces.}$$

Mais, d'autre part, si notre courant, comme le Rhône, par exemple, fait 2 mètres à la seconde, notre force en sera doublée, soit 480 HP efficaces.

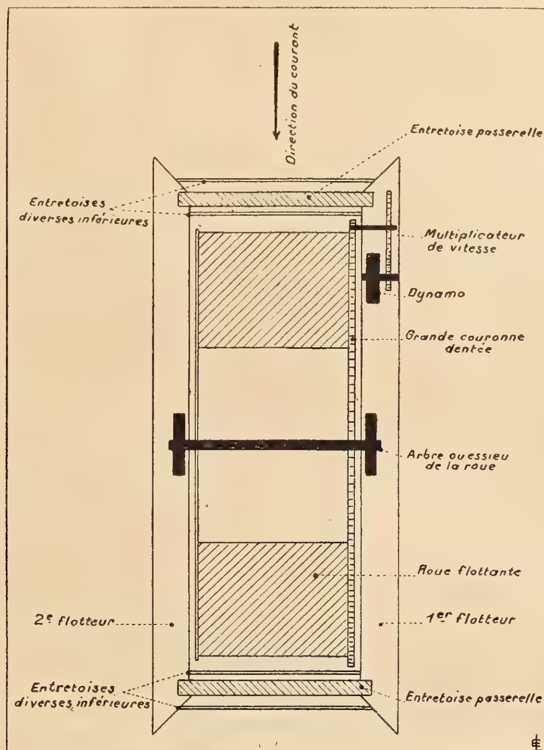


Fig. 1.

Que nous coûtera cette force ?

Nous estimerons approximativement, en comptant largement :

1° Les 2 flotteurs et leurs accessoires	15.000 fr.
2° La roue à aubes courbes..................	15.000 fr.
3° La dynamo	20.000 fr.
4° Le système multiplicateur et tous autres accessoires..............................	10.000 fr.
Total	60.000 fr.

Nous trouvons que le prix de revient d'un cheval sera de

$$\frac{60.000}{480} = 125 \text{ francs,}$$

tandis que le coût moyen d'un cheval par les procédés actuels est de 4.000 francs, soit 32 fois plus.

THOMASSET, Avignon.

L'ELECTRICIEN prie les MM. constructeurs de lui adresser leurs notices d'appareils nouveaux, pour compte rendu.

T. S. F.

Montages pratiques en radio-téléphonie.

On sait que les variations de courants téléphoniques dans un fil se présentent sous une forme très irrégulière, et que les vibrations peuvent être extrêmement grandes (de l'ordre de 35.000 p. p. s.). Il faut donc utiliser en téléphonie sans fil, un support formé par des ondes très serrées; c'est pourquoi les ondes entretenues peuvent être seules utilisées.

Les modulations agissent sur l'amplitude ou sur la fréquence des ondes entretenues, et un détecteur d'ondes sensible à ces effets, reproduira les variations sans qu'il soit nécessaire d'utiliser des procédés de réception spéciaux aux ondes entretenues.

Ceci revient à dire que tout système de réception convient, et que l'on peut employer soit des détecteurs à cristaux, soit des tubes à vide, mais dans la majorité des cas, surtout quand la distance entre le poste transmetteur et le poste récepteur est grande il y aura lieu d'adjoindre un amplificateur, organe assez délicat à construire. Il faut en outre, ajouter que les postes radiotéléphoniques de transmission sont de puissance relativement faible et par conséquent de portée réduite.

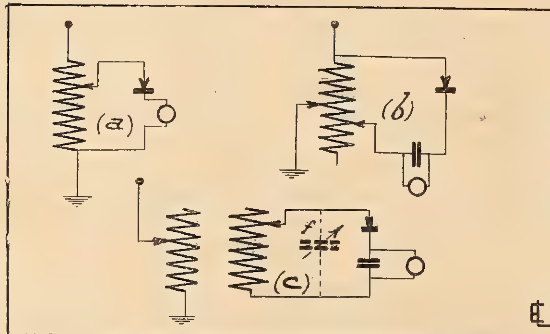


Fig. 1.

Nous rappellerons d'abord les principaux types de couplage à employer, en faisant remarquer que l'on devra rechercher dans la majorité des cas l'accord avec le transmetteur, c'est-à-dire utiliser un couplage par induction avec ou sans secondaire oscillant. Les principaux types de montage sont représentés figure 1.

La réception en direct (*a*) conviendra pour les postes très rapprochés.

La réception en indirect par dérivation (*b*) permettra la recherche des postes et un meilleur accord.

La réception en indirect par induction (*c*) est préférable pour obtenir une bonne syntonie, on peut adjoindre un condensateur *f* permettant d'accorder le secondaire sur le primaire.

Ces montages conviennent aux postes avec des détecteurs à lampes et amplificateurs, il suffira de se reporter au schéma (*a*) (fig. 2) et de relier les bornes *a*, *a'*, aux extrémités du circuit secondaire.

Remarquons que le condensateur monté en parallèle avec le récepteur téléphonique doit avoir une capacité de 0,004 microfarad.

La figure 2 représente en *a*, un amplificateur à

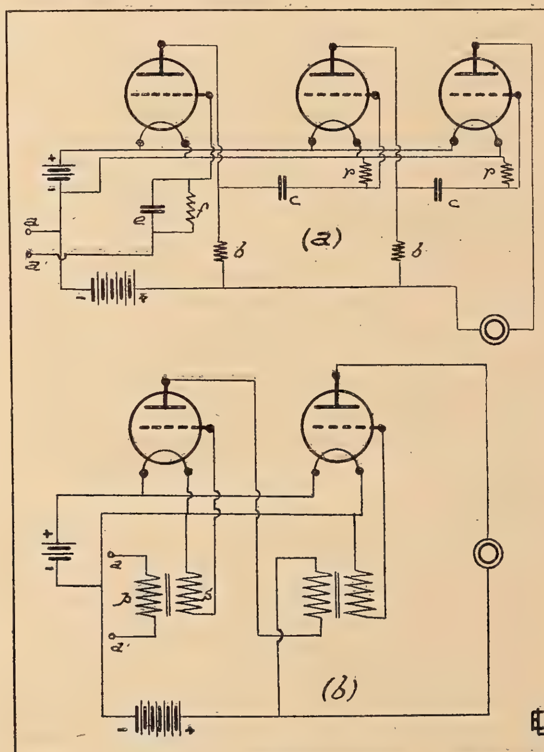


Fig. 2.

résistances comportant trois lampes dont une est détectrice; en *b* un amplificateur simple à transformateurs, comportant deux lampes. Si la construction du premier amplificateur est assez simple, il n'en est pas de même du second. En principe, si l'on possède des piles, des accumulateurs et des lampes, et si l'on construit une boîte avec supports de lampes, il restera à établir des condensateurs et des résistances ou bien des transformateurs et à monter convenablement le tout comme l'indiquent les schémas *a* et *b*.

On peut d'ailleurs trouver ces divers éléments dans le commerce, mais nous allons donner quelques indications concernant leur construction.

Les condensateurs *e* et *c* sont de 1/100.000 microfarad. Les résistances *f* et *r* sont de 4 mégohms. Les résistances *b* sont de 80.000 ohms. On pourra construire facilement les capacités *e* et *c* en utili) sant deux feuilles de papier d'étain séparées par quatre feuilles de papier calque très fin. Il faut avoir soin de bien serrer l'ensemble entre deux petites plaques isolantes et de tremper le tout dans un bain de paraffine fondue.

La résistance de 80.000 ohms peut être constituée par un trait d'encre de chine ou de mine de plomb (3 centimètres longueur, 2 centimètres largeur) que l'on doit après disposition des contacts et après essai, plonger aussi dans un bain de paraffine.

Celle de 4 mégohms doit être construite à l'aide d'une plaque argentée, rayée en zigzags avec un grattoir (dimensions, 80 millimètres sur 60 millimètres); on ne doit pas oublier de la plonger aussi dans un bain de paraffine.

Il vaut mieux (si l'on ne veut pas effectuer de tâtonnements trop longs), étalonner ces résistances à l'aide d'un milliampèremètre et d'une batterie de tension déterminée.

En ce qui concerne les transformateurs du schéma *b*, on pourra les calculer, en admettant un rapport de transformation égal à 5 (primaire 300 ohms, secondaire, 1.500 ohms). Ils seront enroulés sur des châssis en carton ou bois et la carcasse sera constituée par des petites tôles de fer extrêmement fines; quand le transformateur sera ainsi construit, on devra le plonger dans un bain de paraffine.

Nous ne déconseillons pas la construction de ces transformateurs, puisque des réussites nous sont connues, mais nous ne pouvons évidemment en garantir le succès.

P. MAURER.

CARNET DE T. S. F. — La répétition par téléphonie sans fil des signaux météréologiques, etc., est faite par la tour Eiffel maintenant à 18 h. 10 au lieu de 16 h. 30.

BIBLIOGRAPHIE

Manuel pratique du monteur électricien, par J. Laffargue ingénieur-électricien, 19e édition, revue et augmentée par M. Jumau, ingénieur-électricien (Gauthier-Villars et Cie, éditeurs. Prix, 30 francs.)

Par ses dix-huit éditions successives, rapidement épuisées, le *Manuel pratique du monteur électricien* a montré la place importante qu'il a prise parmi les ouvrages d'électricité industrielle.

C'est qu'en effet son but répond à un véritable besoin. L'industrie électrique nécessite des connaissances spéciales que l'ouvrier, le praticien devront posséder pour comprendre le fonctionnement des appareils qu'ils construisent ou qu'ils utilisent, ainsi que la nature des phénomèmènes dont ces appareils sont le siège.

D'excellents ouvrages traitent ces questions avec toute la rigueur voulue; mais ces démonstrations rigoureuses, nécessitent des connaissances mathématiques que ne possèdent pas, en général, les ouvriers. Aussi fallait-il trouver pour eux l'explication simple, sans formule, ou, dans certains cas, avec la formule la plus élémentaire.

Le *Manuel pratique du monteur électricien*, répond bien à ces desiderata et l'auteur, M. L. Jumau, qui depuis plus de vingt-cinq ans professe à la Fédération des chauffeurs mécaniciens-électriciens, a su rendre compréhensibles aux ouvriers les parties les plus ardues de la technique électrique.

Ce manuel continuera donc à rendre les plus grands services, non seulement aux ouvriers et contremaîtres, mais même aux futurs ingénieurs pour qui, l'explication élémentaire sera souvent très précieuse et aussi pour les industriels qui y trouveront nombre de renseignements intéressants, particulièrement dans les applications de l'énergie électrique.

Converting a Business into a Private Company, par Herbert W. Jordan. Petit guide du fondateur de Sociétés en Angleterre.

Le choix d'un métier et les aptitudes physiques, par Julien Fontègne, directeur du service régional d'orientation professionnelle pour l'Alsace-Lorraine. (G. et M. Ravisse, éditeurs). (Prix : 2 fr. 75).

M. Julien Fontègne, déjà connu pour un ouvrage considérable sur l'orientation professionnelle et la détermination des aptitudes, a voulu montrer dans cette brochure le rôle si important que doit jouer l'examen médical à l'entrée d'un enfant dans une carrière.

L'auteur envisage successivement toutes les particularités physiques et indique en regard toutes les indications ou les contre-indications qu'elle comportent pour le choix d'un métier.

L'élève-électricien : transformateurs. L'apprenti-électricien : générateurs, par G. Néré, ingénieur E. S. E., professeur de l'Enseignement technique.

Ces deux petits livres font partie de la série *Le livre de la Profession*, éditée par la librairie de l'Enseignement technique et seront utiles à tous les élèves et apprentis. Un exposé des notions élémentaires est complété par des questionnaires et exercices sur chacun des sujets traités.

Manuel de l'électricien. Installations particulières *(éclairage, chauffage, sonneries, tableaux indicateurs)*, par P. Maurer, professeur à l'Ecole de Mécanique industrielle. J.-B. Baillière, éditeur. Prix 8 francs.

Voici un ouvrage pratique, à la portée de tous, où sont condensés tous les éléments nécessaires à l'établissement d'une install tion d'éclairage électrique.

Il s'adressera aussi bien aux particuliers, qu'à l'ouvrier ou au technicien qui y trouveront avec de nombreux croquis et tabl aux, tous les renseignements d'ordre pratique concernant les installations particulières.

T. S. F.

Montages pratiques en radio-téléphonie.

On sait que les variations de courants téléphoniques dans un fil se présentent sous une forme très irrégulière, et que les vibrations peuvent être extrêmement grandes (de l'ordre de 35.000 p. p. s.). Il faut donc utiliser en téléphonie sans fil, un support formé par des ondes très serrées ; c'est pourquoi les ondes entretenues peuvent être seules utilisées.

Les modulations agissent sur l'amplitude ou sur la fréquence des ondes entretenues, et un détecteur d'ondes sensible à ces effets, reproduira les variations sans qu'il soit nécessaire d'utiliser des procédés de réception spéciaux aux ondes entretenues.

Ceci revient à dire que tout système de réception convient, et que l'on peut employer soit des détecteurs à cristaux, soit des tubes à vide, mais dans la majorité des cas, surtout quand la distance entre le poste transmetteur et le poste récepteur est grande il y aura lieu d'adjoindre un amplificateur, organe assez délicat à construire. Il faut en outre, ajouter que les postes radiotéléphoniques de transmission sont de puissance relativement faible et par conséquent de portée réduite.

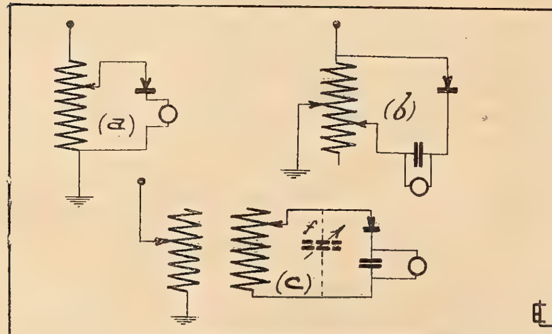


Fig. 1.

Nous rappellerons d'abord les principaux types de couplage à employer, en faisant remarquer que l'on devra rechercher dans la majorité des cas l'accord avec le transmetteur, c'est-à-dire utiliser un couplage par induction avec ou sans secondaire oscillant. Les principaux types de montage sont représentés figure 1.

La réception en direct (*a*) conviendra pour les postes très rapprochés.

La réception en indirect par dérivation (*b*) permettra la recherche des postes et un meilleur accord.

La réception en indirect par induction (*c*) est préférable pour obtenir une bonne syntonie, on peut adjoindre un condensateur *f* permettant d'accorder le secondaire sur le primaire.

Ces montages conviennent aux postes avec des détecteurs à lampes et amplificateurs, il suffira de se reporter au schéma (*a*) (fig. 2) et de relier les bornes *a*, *a'*, aux extrémités du circuit secondaire.

Remarquons que le condensateur monté en parallèle avec le récepteur téléphonique doit avoir une capacité de 0,004 microfarad.

La figure 2 représente en *a*, un amplificateur à

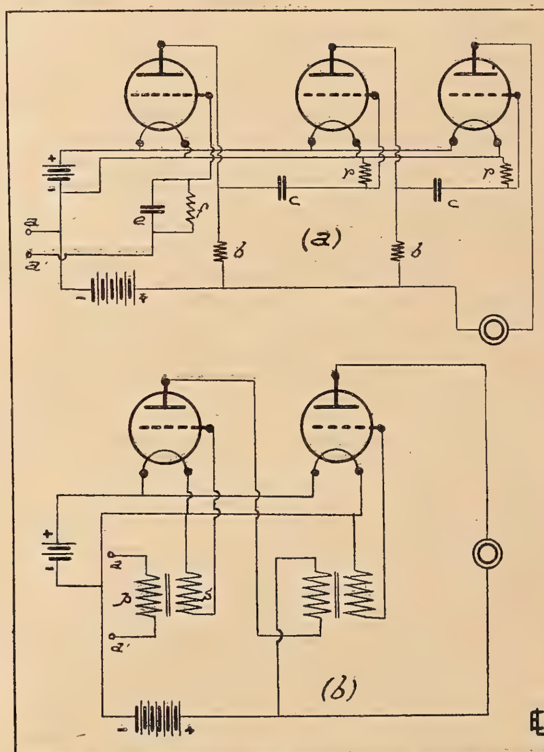


Fig. 2.

résistances comportant trois lampes dont une est détectrice ; en *b* un amplificateur simple à transformateurs, comportant deux lampes. Si la construction du premier amplificateur est assez simple, il n'en est pas de même du second. En principe, si l'on possède des piles, des accumulateurs et des lampes, et si l'on construit une boîte avec supports de lampes, il restera à établir des condensateurs et des résistances ou bien des transformateurs et à monter convenablement le tout comme l'indiquent les schémas *a* et *b*.

On peut d'ailleurs trouver ces divers éléments dans le commerce, mais nous allons donner quelques indications concernant leur construction.

Les condensateurs *e* et *c* sont de 1/100.000 microfarad. Les résistances *f* et *r* sont de 4 mégohms. Les résistances *b* sont de 80.000 ohms. On pourra construire facilement les capacités *e* et *c* en utili) sant deux feuilles de papier d'étain séparées par quatre feuilles de papier calque très fin. Il faut avoir soin de bien serrer l'ensemble entre deux petites plaques isolantes et de tremper le tout dans un bain de paraffine fondue.

La résistance de 80.000 ohms peut être constituée par un trait d'encre de chine ou de mine de plomb (3 centimètres longueur, 2 centimètres largeur) que l'on doit après disposition des contacts et après essai, plonger aussi dans un bain de paraffine.

Celle de 4 mégohms doit être construite à l'aide d'une plaque argentée, rayée en zigzags avec un grattoir (dimensions, 80 millimètres sur 60 millimètres); on ne doit pas oublier de la plonger aussi dans un bain de paraffine.

Il vaut mieux (si l'on ne veut pas effectuer de tâtonnements trop longs), étalonner ces résistances à l'aide d'un milliampèremètre et d'une batterie de tension déterminée.

En ce qui concerne les transformateurs du schéma *b*, on pourra les calculer, en admettant un rapport de transformation égal à 5 (primaire 300 ohms, secondaire, 1.500 ohms). Ils seront enroulés sur des châssis en carton ou bois et la carcasse sera constituée par des petites tôles de fer extrêmement fines; quand le transformateur sera ainsi construit, on devra le plonger dans un bain de paraffine.

Nous ne déconseillons pas la construction de ces transformateurs, puisque des réussites nous sont connues, mais nous ne pouvons évidemment en garantir le succès.

P. MAURER.

CARNET DE T. S. F. — La répétition par téléphonie sans fil des signaux météréologiques, etc., est faite par la tour Eiffel maintenant à 18 h. 10 au lieu de 16 h. 30.

BIBLIOGRAPHIE

Manuel pratique du monteur électricien, par J. Laffargue ingénieur-électricien, 19e édition, revue et augmentée par M. Jumau, ingénieur-électricien (Gauthier-Villars et Cie, éditeurs. Prix, 30 francs.)

Par ses dix-huit éditions successives, rapidement épuisées, le *Manuel pratique du monteur électricien* a montré la place importante qu'il a prise parmi les ouvrages d'électricité industrielle.

C'est qu'en effet son but répond à un véritable besoin. L'industrie électrique nécessite des connaissances spéciales que l'ouvrier, le praticien devront posséder pour comprendre le fonctionnement des appareils qu'ils construisent ou qu'ils utilisent, ainsi que la nature des phénomènes dont ces appareils sont le siège.

D'excellents ouvrages traitent ces questions avec toute la rigueur voulue; mais ces démonstrations rigoureuses, nécessitent des connaissances mathématiques que ne possèdent pas, en général, les ouvriers. Aussi fallait-il trouver pour eux l'explication simple, sans formule, ou, dans certains cas, avec la formule la plus élémentaire.

Le *Manuel pratique du monteur électricien*, répond bien à ces desiderata et l'auteur, M. L. Jumau, qui depuis plus de vingt-cinq ans professe à la Fédération des chauffeurs mécaniciens-électriciens, a su rendre compréhensibles aux ouvriers les parties les plus ardues de la technique électrique.

Ce manuel continuera donc à rendre les plus grands services, non seulement aux ouvriers et contremaîtres, mais même aux futurs ingénieurs pour qui, l'explication élémentaire sera souvent très précieuse et aussi pour les industriels qui y trouveront nombre de renseignements intéressants, particulièrement dans les applications de l'énergie électrique.

Converting a Business into a Private Company, par Herbert W. Jordan. Petit guide du fondateur de Sociétés en Angleterre.

Le choix d'un métier et les aptitudes physiques, par Julien Fontègne, directeur du service régional d'orientation professionnelle pour l'Alsace-Lorraine. (G. et M. Ravisse, éditeurs). (Prix : 2 fr. 75).

M. Julien Fontègne, déjà connu pour un ouvrage considérable sur l'orientation professionnelle et la détermination des aptitudes, a voulu montrer dans cette brochure le rôle si important que doit jouer l'examen médical à l'entrée d'un enfant dans une carrière.

L'auteur envisage successivement toutes les particularités physiques et indique en regard toutes les indications ou les contre-indications qu'elle comportent pour le choix d'un métier.

L'élève-électricien : transformateurs. L'apprenti-électricien : générateurs, par G. Néré, ingénieur E. S. E., professeur de l'Enseignement technique.

Ces deux petits livres font partie de la série *Le livre de la Profession*, éditée par la librairie de l'Enseignement technique et seront utiles à tous les élèves et apprentis. Un exposé des notions élémentaires est complété par des questionnaires et exercices sur chacun des sujets traités.

Manuel de l'électricien. Installations particulières *(éclairage, chauffage, sonneries, tableaux indicateurs)*, par P. Maurer, professeur à l'Ecole de Mécanique industrielle. J.-B. Baillière, éditeur. Prix 8 francs.

Voici un ouvrage pratique, à la portée de tous, où sont condensés tous les éléments nécessaires à l'établissement d'une installation d'éclairage électrique.

Il s'adressera aussi bien aux particuliers, qu'à l'ouvrier ou au technicien qui y trouveront avec de nombreux croquis et tableaux, tous les renseignements d'ordre pratique concernant les installations particulières.

TRIBUNE DES ABONNÉS

*Notre Tribune est une rubrique de renseignements mutuels ouverte à tous nos abonnés. La Rédaction de l'*Electricien *n'est pas responsable des réponses fournies. Nous prions nos lecteurs de limiter leurs demandes au domaine de la pratique industrielle.*

DEMANDES

N° 598. — M. A. Chabert, quartier Mal-Bâti, Romans (Drôme), demande à acheter les nos 1237 et 1238 de *l'Electricien* 1919.

N° 599. — Pourrait-on m'indiquer des ouvrages traitant des moulins à vent ?

N° 600. — Possédant une dynamo 20 ampères, 115 volts, excitation shunt, je voudrais charger une batterie d'accumulateurs de 10 éléments de 110 ampères-heure sous un régime de charge normale de 11 ampères. Quelle résistance devra avoir le rhéostat de charge ? Quelle longueur de fil de maillechort et quelle section en millimètres carrés pouvant laisser passer 11 ampères ?

N° 601. — Quelles sont les définitions exactes des régimes sous lesquelles peuvent être établies les lignes de distribution d'énergie (permission de voirie, concession d'Etat) ?

N° 602. — *L'Electricien* ne pourrait-il pas donner un exemple de calcul d'un potelet eu égard aux actions des efforts administratifs (vent-tension des conducteurs) ?

N° 603. — Existe-t-il une méthode de calcul de la self de canalisations constituées par des barres de cuivre à section rectangulaire ?

N° 604. — Ayant à chauffer 200 litres d'huile en 1 heure, par exemple, au moyen de résistances en ferro-nickel plongées dans cette huile : 1° quelle est la marche à suivre pour calculer ces résistances; 2° quelle est l'intensité du courant nécessaire ayant à ma disposition du courant à 115 volts ?

N° 605. — Ne disposant que d'un voltmètre, d'un ampèremètre et d'un wattmètre, je désirerais connaître la marche à suivre pour établir le rendement d'un moteur asynchrone triphasé, par tout autre moyen que celui nécessitant le calage du rotor à l'aide d'un frein.

N° 606. — J'ai 3 transformateurs triphasés 50 périodes 4000/120 primaires et secondaires en étoile, et il faudrait maintenant qu'ils donnent 4000/208 étoile pour avoir 120 entre phase et neutre. Quelle est la meilleure solution à adopter au point de vue économique? Est-ce qu'en augmentant le nombre des spires du primaire la solution serait bonne et ceci sans refaire les galettes existantes?

Demandes d'adresses de fournisseurs.

N° 607. — Adresses de constructeurs de turbines hydrauliques à puissance constante sous hauteur de chute variable, applicables aux marées.

N° 608. — Adresses de maisons pouvant fournir : 1° les pièces métalliques; 2° les pièces de porcelaine ou de verre entrant dans la constitution des *culots* de lampes à incandescence *à vis Edison.*

RÉPONSES

N° 508 R. — Il est impossible de diminuer de moitié la vitesse d'un moteur asynchrone par l'insertion de résistance dans le stator. Cela est dû à la forme de la courbe du couple C (ω) dont le maximum ne se déplace pas quand on diminue la tension aux bornes.

Pour diminuer la vitesse de votre moteur, le seul moyen économique est de mettre une résistance sur le rotor si celui-ci est bobiné. La stabilité est très bonne mais le rendement est diminué de moitié. P. COMBE.

N° 510 R. — Un même moteur peut fonctionner sous une différence de potentiel $\sqrt{3}$ U quand ses enroulements sont montés en étoile, et sous une différence de potentiel U, quand ils sont montés en triangle, en appelant U la tension simple d'un réseau quelconque. Dans les deux cas, le fonctionnement du moteur est le même; mais bien entendu un moteur calculé pour fonctionner en étoile sous une différence de potentiel donnée, ne peut fonctionner en triangle sous cette même différence de potentiel; le couple serait bien augmenté en effet, mais l'intensité qui circulerait dans les enroulements, serait beaucoup trop grande et détériorerait le moteur. Quant à la vitesse, aux variations près du glissement relatives à la différence de potentiel, elle serait à peu près identique dans les deux cas. E. F.

N° 520 R. — L'inducteur de ce moteur est un inducteur à pôles conséquents. Le pôle S est conséquent du pôle N. Dans le shéma indiqué les ampères-tours série s'ajoutent aux ampères-tours shunt. On est donc en présence d'un moteur compound à flux additif. Ce moteur a un couple de démarrage énergique. Sa vitesse diminue rapidement quand la charge augmente. P. COMBE.

N° 524 R. — Les transformateurs d'intensité peuvent aussi bien fonctionner en élévateurs qu'en abaisseurs, mais il ne faut pas oublier qu'aux bornes de l'enroulement le plus gros, la différence de potentiel est faible et souvent même très minime; dans ces conditions, on n'obtiendra le nombre d'ampères annoncés que si le circuit sur lequel on débite a une impédance excessivement faible, ce qui n'est pas le cas de votre bobine de déclenchement de disjoncteur.

N° 526. R. — Dans le diphasé la phase I est décalée de $\frac{\pi}{2}$ sur la phase II. Si les phases I et II induisent chacune 240 volts, la somme des deux forces électro-motrice est de 340 volts et non de 480 volts.

L'échauffement produit ne peut provenir que d'un accident quelconque survenu aux enroulements primaires ou secondaires. Car il n'y a aucune autre raison apparente.

Au point de vue technique, le seul inconvénient de ce couplage est l'appel de courant déwatté en arrière sur une phase et déwatté en avant sur l'autre. P. COMBE.

N° 527 R. — Les phénomènes d'hystérésis et la rémanence influencent beaucoup les appareils électromagnétiques, aussi est-il bien préférable de les utiliser en courant alternatif plutôt qu'en continu. La constante que vous demandez dépend de l'appareil; en fournissant au constructeur tous les renseignements et surtout le numéro, il pourra sans doute vous donner la valeur de cette constante. E. F.

N° 534 R. — Je suppose que vous désirez connaître la puissance de votre moteur, si la tension composée est 190 volts, il vous suffit de multiplier cette valeur par $\sqrt{3}$ (1,732) et par l'intensité pour connaître la puissance électrique absorbée par le moteur. Il faut également se souvenir que le cos φ de l'installation varie selon la charge de

ce moteur, et il faut dans chaque cas, multiplier le nombre trouvé comme il est indiqué précédemment par ce cos φ.

Ce résultat vous donnera la puissance électrique absorbée par le moteur, et en tenant compte du rendement, vous pourrez en déduire la puissance mécanique disponible.

E. F.

N° 537 R. — Pour pouvoir alimenter un moteur à courant continu de 3,25 HP à une distance de 2.500 mètres, il faudrait disposer d'une tension d'au moins 500 volts, sans cela la ligne à établir serait trop coûteuse, avec 500 volts et une perte en ligne de 10 %, il faudrait encore une section de 10 millimètres carrés par conducteur, ce qui est normal, pour l'établissement d'une ligne de cette importance. Pour protéger cette ligne de la foudre, il suffira d'installer au départ et à l'arrivée un parafoudre à cornes sur chaque fil et, sauf pendant des orages très violents, il ne sera pas nécessaire d'arrêter le fonctionnement du moteur.

B. Corcevay.

N° 539 R. — Il serait bon de préciser la question. Que, est le phénomène qui vous étonne ? Est-ce par ce quel dans la méthode des deux wattmètres, par glissement de votre multicalorique, vous constatez que l'une des lectures est en sens inverse de l'autre ; ou bien est-ce que vous êtes étonné du fait qu'un appareil calorique puisse dévier à l'envers ?

Dans le premier cas, vous trouverez l'explication dans un de mes précédents articles, paru dans *l'Electricien*, n° 1248, du 15 mars 1920, pages 98 et 99 ; car dès que le cosinus φ moyen de l'installation tombe au-dessous de 0,5, une des lectures au wattmètre est en sens inverse de l'autre et c'est leur somme algébrique qui donne la puissance totale.

Si c'est au contraire, le fait de voir dévier à l'envers un appareil calorique qui vous intrigue, voici l'explication. (fig. 1.)

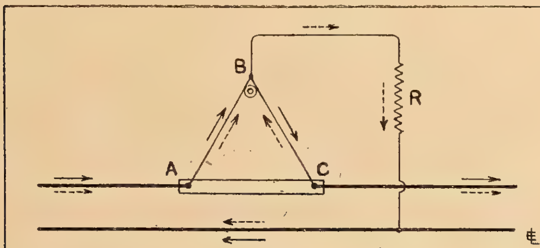


Fig. 1.

Lorsque l'appareil multicalorique est utilisé comme wattmètre, le fil thermique est divisé en deux parties égales qui agissent sur le levier mobile commandant la poulie de l'aiguille et la déviation a lieu proportionnellement à la différence des allongements des deux moitiés du fil dilatable. Or l'allongement du fil est proportionnel à l'échauffement, lequel est proportionnel au terme RI^2 du fil considéré. Si nous représentons par des flèches en traits pleins, le parcours des courants relatifs à l'intensité (AC étant un shunt) et en traits pointillés les flèches indiquant le parcours des courants relatifs à la différence de potentiel, (R étant une résistance additionnelle), nous voyons que dans la moitié gauche AB du fil dilatable, les deux courants s'additionnent, dans la moitié droite BC ils se retranchent, la déviation sera donc donnée par la formule :

$$d = R_{AB}\,(I_{AB} + i_{AB})^2 - R_{BC}\,(I_{BC} - i_{BC})^2$$

or : $R_{AB} = R_{BC}$, $I_{AB} = I_{BC}$ et $i_{AB} = i_{BC}$

en effectuant et en remplaçant les résistances par une constante de proportionnalité K, on a :

$$d = K \times 4 I_{AB}\, i_{AB}.$$

En passant, on peut remarquer que les divisions wattmétriques de l'appareil sont proportionnelles alors que celles ampèremétriques et voltmétriques ne le sont pas, puisqu'elles sont fonction du carré d'une intensité.

Or I_{AB} est proportionnel à la différence de potentiel aux bornes du shunt, elle-même est fonction de l'intensité I qui circule dans l'installation. De même i_{AB} est proportionnel à la différence de potentiel U alimentant l'installation, la déviation est donc :

$$d = K'UI$$

et l'appareil est bien wattmétrique.

Si on inverse le sens de l'un des courants I_{AB} ou i_{AB}, en croisant les connexions relatives au circuit considéré, on aura :

$$d = R_{AB}\,(I_{AB} - i_{AB})^2 - R_{BC}\,(I_{BC} + i_{BC})^2$$

ou :

$$d = R_{AB}\,(i_{AB} - I_{AB})^2 - R_{BC}\,(-i_{BC} - I_{BC})^2$$

relations qui donnent dans les deux cas :

$$d = -K \times 4 I_{AB}\, i_{AB}$$

l'appareil dévie donc à l'envers.

E. François.

N° 542 R. — Réduction de fréquence. Le seul moyen pratique est l'emploi d'un groupe moteur-générateur. On peut construire des convertisseurs spéciaux (à cascade) mais comme ils n'existent pas couramment dans le commerce, eu égard à la faible puissance utilisée, la 1re solution semble ici la meilleure.

L. B.

N° 543 R. — D'après la demande on doit se servir d'un moteur qui fonctionne en génératrice, pour charger une batterie d'accumulateurs de 68 éléments, comme à fin de charge cette batterie doit demander environ 2,7 volts par élément, soit 184 volts pour les 68 éléments, il ne reste donc plus qu'un excédent de 56 volts, qui peut être facilement réduit par l'emploi d'un rhéostat de champ placé sur le circuit d'excitation de la génératrice ou bien encore en réduisant un peu sa vitesse. De cette façon, il est absolument inutile de placer un second rhéostat sur le circuit principal, entre la génératrice et la batterie, ce qui aurait du reste l'inconvénient d'absorber une certaine puissance en pure perte.

B. Corcevay.

N° 545 R. — On peut attribuer le phénomène en question, à ce que le neutre de la canalisation n'étant pas relié à la terre, il a pu alors se déclarer une perte à la terre sur une des phases de la canalisation ; les abonnés qui sont branchés sur les deux autres phases voient, par suite d'un isolement plus ou moins parfait de leur installation intérieure, leur compteur indiquer un supplément de consommation, car en effet, leur installation est alors soumise de ce fait à un voltage de 1,73 plus élevé par rapport à la terre, il peut en résulter des pertes plus ou moins importantes dans leur installation, qui font enregistrer leur compteur, car il ne faut pas oublier que maintenant ces appareils sont assez parfaits, pour les petites et moyennes puissances pour enregistrer à partir de quelques watts, 3 à 5 watts, il est alors facile de se rendre compte que le petit débit supplémentaire produit par un défaut d'isolement et répété 24 heures par jour, fait un total souvent plus élevé chez les petits consommateurs que leur consommation quotidienne. Du reste, le même fait s'est déjà produit sur plusieurs réseaux, notamment sur celui de Chalon-sur-Saône où le même fait a été constaté, sur un certain nombre d'abonnés branchés sur un transformateur dont le neutre n'avait pas été relié à la terre et où une terre s'était déclarée sur une des phases basse tension de la canalisation. Depuis la suppression de ce contact et le compensateur relié à la terre, les compteurs ont repris leur marche normale.

B. Corcevay.

N° 546 R. — Pour une même self construite avec le même fil, la résistance et la capacité entre spires sont plus grandes (d'environ 13 %) dans le cas de la carcasse carrée. C'est cette raison qui, dans certains cas, fait préférer en T. S. F. la carcasse ronde qui est par contre de construction plus difficile. L. B.

N°s 553-554. — Sujet ayant fait l'objet de communications à l'Académie des Sciences, par MM. James Chappuis et Hubert Desprez.

Compte rendu de l'Acad. des Sc., 14 nov. 1921, t. CLXXIII, pp. 912-913 et 19 déc. 1921, t. CLXXIII, pp. 1344-1347. Voir article de la R. G. E. traitant de ces communications avec 2 photos (radiographies), 7 janv. 1922, tome XI, n° 1, pp. 3-5.

N° 556 R. — D'après la question, le courant à pleine charge atteindrait 8 ampères environ par millimètre carré, ce qui n'est pas possible. Il est donc très probable que le demandeur fait erreur quant au couplage du moteur. L. B.

N° 557 R. — 1° Les trois sorties qui existent sur les enroulements primaires servent, comme vous le dites, à faire varier le nombre de spires du primaire, ce qui corrélativement, fait varier la tension au secondaire. Ces prises ont pour but d'utiliser des tensions primaires variables tout en obtenant une tension secondaire fixe. En général, la plupart des transformateurs à prises multiples sont étudiés pour obtenir une tension donnée au secondaire pour des tensions au primaire : 0,95 U, U, et 1,05 U.

2° Votre transformateur étant construit pour fonctionner sous 5.000 volts, avec ses enroulements groupés en étoile, vous ne pouvez pas le faire fonctionner en triangle sous la même tension ; l'intensité qui circulerait dans les enroulements serait trop grande et détériorerait les isolants. Ce dernier montage pourrait être utilisé sous une tension $\frac{5.000}{\sqrt{3}} = 2.900$ volts environ.

3° Puisqu'il est impossible de réaliser le groupement précédent, le montage triangle-triangle ne peut pas non plus être réalisé.

4° Le seul groupement que vous pourriez réaliser serait étoile-triangle. E. F.

N° 559 R. — Si le transformateur de 500 kilovolts-ampères en question est placé dans un endroit peu ventilé et qu'il travaille presque continuellement en pleine charge, la vérification de l'huile devra se faire au moins une fois l'an, car certaines huiles se carbonisent assez facilement et laissent déposer des boues sur les enroulements, ce qui empêche le refroidissement, surtout pendant la guerre, les qualités d'huile fournie à cet effet étaient souvent *très mauvaises*, et pour procéder à cette vérification il est nécessaire de sortir le transformateur de sa cuve et s'il y a des dépôts sur les enroulements, il faudra les enlever avec de l'essence minérale, après quoi l'huile devra être remplacée par de la nouvelle, *qualité spéciale* que fournissent ordinairement tous les marchands d'huile ; avant de replonger le transformateur dans cette nouvelle huile, il sera bon de la faire chauffer pendant un moment, à 100 ou 120 degrés environ, soit en faisant un feu doux sous la cuve, soit au moyen de résistances en fil de fer plongées directement dans l'huile, ce moyen ne peut être employé que si l'on dispose de courant à basse tension.
B. Corcevay.

N° 561 R. — On pourrait employer un enroulement hypercompound pour régulariser le voltage de la génératrice à courant continu en question, mais comme il est probable que cet enroulement ne pourrait pas être placé en supplément sur les inducteurs existants, il serait plus pratique d'avoir recours à un régulateur de tension qui peut remplir les mêmes conditions. Plusieurs de ces régulateurs existent dans l'industrie et donnent entière satisfaction, notamment le système Guttenger Brown-Boveri, construit par la Société Electro Mécanique, qui donne de très bons résultats et agit sur l'excitation de la dynamo.
B. Corcevay.

N° 561 R. — Régulation d'une génératrice pour réseau de tramway. La solution la plus pratique est ici le compoundage. Le calcul du bobinage est une question courante que vous trouverez dans tous les traités de construction sérieux tels que ceux de Hobart *et* Achard, de Mauduit, etc.

N° 564 R. — La puissance du moteur doit être (en watts) :

$$\frac{E\,I\cos\varphi}{n}$$

cos φ étant le facteur de puissance de l'installation, *n* le rendement de l'alternateur (monophasé).
L. B.

N° 564 R. — C'est absolument exact. La puissance électrique fournie par l'alternateur est U I cos φ, en tenant compte du rendement R de votre alternateur pour cette charge, la puissance mécanique du moteur devra être :

$$\frac{U\,I\cos\varphi}{R}$$

Si le rendement du moteur à cette charge est R', la puissance électrique qu'il faudra lui fournir sera :

$$\frac{U\,I\cos\varphi}{R\,R'} = P = U\,I$$

Par exemple : côté alternatif, U = 500 volts, I = 10 amp, cos φ = 0,5, les rendements étant : R = 0,94, R' = 0,95. on aura :

$$\frac{500 \times 10 \times 0{,}5}{0{,}94 \times 0{,}95} = 2.800 \text{ watts} = U\,I$$

Si la différence de potentiel courant continu est 220 volts on aura :

$$I = \frac{2.800}{220} = 12{,}75 \text{ amp. environ.}$$

Il faut bien faire attention que si le cos φ est variable, et peut devenir très bon, on devra étudier le moteur pour la pleine charge de l'alternateur, c'est-à-dire pour cos φ = 1.
E. François.

N° 565 R. — On peut accuser, du peu de longueur des étincelles, le mauvais isolement de la machine, l'humidité du local, la perforation d'un condensateur. La capacité des condensateurs a très peu d'influence sur les étincelles, elle ne règle que leur fréquence et leur durée. L. B.

N° 591 R. — Je peux vous présenter un appareil pouvant servir de réveil-matin avec commande à distance. Cet appareil peut en même temps servir pour la mise en circuit à heure fixe de : appareil de chauffage, lampes, petits moteurs. — Lucien Sanguet, 48, rue de Chateau-Landon, Paris, 10e.

N° 599 R. — Voyez *Moteurs à vent*, par H. Lémonon, 27, rue d'Enghien, Paris.

Le Gérant : L. De Soye

38e Année. — No 1299 1er Mai 1922

L'ÉLECTRICIEN

Rédacteur en chef : Maurice SOUBRIER
Secrétaire général : L.-D. Fourcault

DUNOD, Éditeur. 49, quai des Grands-Augustins, PARIS, VIe. — *Tél.* : GOB. 19-38 et 53-01

ÉCLAIRAGE ET APPAREILLAGE

L'éclairage rationnel.

Dans les premières « considérations sur l'éclairage rationnel » développées dans les précédents articles (1) *les unités-types des principales catégories d'appareils existant en France ont été examinées. La dernière partie de cette étude est consacrée à leurs conditions d'utilisation.*

Nous avons vu précédemment que l'éclairement en un point quelconque d'un plan horizontal distant de h d'une source, est donné par l'expression :

$$e_m = \frac{I \cos^3 A}{h^2}$$

Si nous avons la courbe de répartition d'un ensemble, source et habillage, l'éclairement au point N intersection du prolongement de SV et de l'horizontale PM, sera de la forme (fig. 23) :

$$e_m = \frac{\overline{SV} \cos^3 A}{h^2}$$

Dans un éclairage uniforme, l'éclairement étant constant, la valeur de e_m sera constante quel que soit le point considéré et comme SV peut être considéré comme le rayon vecteur de la courbe C en coordonnées polaires, on a :

$$\overline{SV} = \frac{e\ h^2}{\operatorname{Cos}^3 A} = \frac{k}{\operatorname{Cos}^3 A}$$

(1) Voir *l'Electricien* des 15 decembre 1921, 1er et 15 avril 1922.

Cette courbe ne peut pas être obtenue pratiquement, car elle a des points à l'infini, mais on peut en avoir une portion limitée à l'angle utile de l'appareil lui-même déterminé, par la profondeur et la position de la lampe à l'intérieur.

Dans le cas d'un réflecteur par exemple, la va-

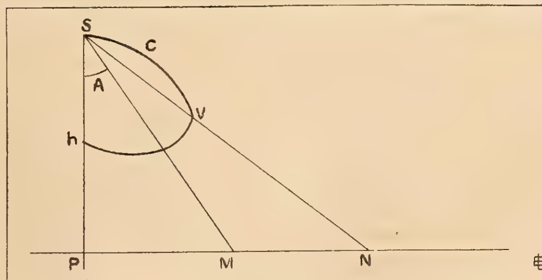


Fig. 23.

leur de SV augmente lorsque le point M s'éloigne de P, passe par un maximum et décroît rapidement ensuite. Si on veut conserver en N, distant de PN du point P, un éclairement suffisant, il faut

ou bien augmenter la valeur de la source lumineuse et augmenter la hauteur pour que la valeur de e_m nechange pas, ou bien au delà de SV, le point N devra recevoir la lumière d'une source voisine.

Il y a donc pour un tel ensemble un rapport D à observer entre la distance de deux lampes voisines et la hauteur au-dessus du plan utile; ce rapport est déterminé une fois pour toute pour chaque type d'appareil déterminé. La hauteur H étant pour la plupart du temps fixée par des considérations locales.

Type de l'appareil	RAPPORTS LIMITES		
	une file d'appareil	plusieurs files d'appareil	
	$\frac{A}{H}$	$\frac{D}{H}$	$\frac{W}{H}$
(1) Indirect	1,3	1,5	0,6
(2) Semi Indirect....	1,2	1,5	0,6
(3) Direct avec globe dépoli	1,1	1,4	0,5
(4) Direct avec réflect. cristal taillé ...	1,1	1,4	0,5
(5) Direct avec réflecteur métal..	1,1	1,4	0,5

Rapport entre la distance maximum et la hauteur.

Le raisonnement fait pour un plan vertical transversal à une salle quelconque subsiste pour un autre plan vertical perpendiculaire au précédent et conduira au même résultat.

On est donc tout naturellement conduit à répartir les lampes symétriquement; les Américains divisent les espaces en un certain nombre de carrés au centre desquels se placera la lampe dont la puissance aura été déterminée par le calcul.

Cette localisation de l'éclairage est évidemment une fiction et le rapport déterminé plus haut tient compte de la nécessité qu'il y a, surtout en éclairage direct, pour un point quelconque du plan de travail, de recevoir des rayons émis par plusieurs lampes voisines pour éviter les ombres trop accentuées.

Cette image facilite le calcul de l'éclairage et les résultats des mesures effectuées au luxmètre ont confirmé dans tous les cas, cette manière de voir.

Dans certains cas nous préférons la disposition des lampes en quinconce dans laquelle les lampes seraient placées au centre et aux sommets d'hexagones qui seraient disposés comme les carrelages anciens. La distance entre les files de lampes est différente de celle le long d'une même file; la répartition est plus compliquée que dans le premier cas.

Le rapport $\frac{L}{H}$ a une influence sur le coefficient d'utilisation ainsi que la nature des parois d'une salle. Il est évident que suivant le genre d'éclairage : indirect, semi-indirect, direct, cette influence sera également variable.

Des essais ont été entrepris pour déterminer la valeur du coefficient d'utilisation en fonction du type d'appareil, de la répartition du flux, du rapport entre la distance des murs à la hauteur du foyer lumineux au-dessus du plan utile, la couleur du plafond, la couleur des parois (fig. 25).

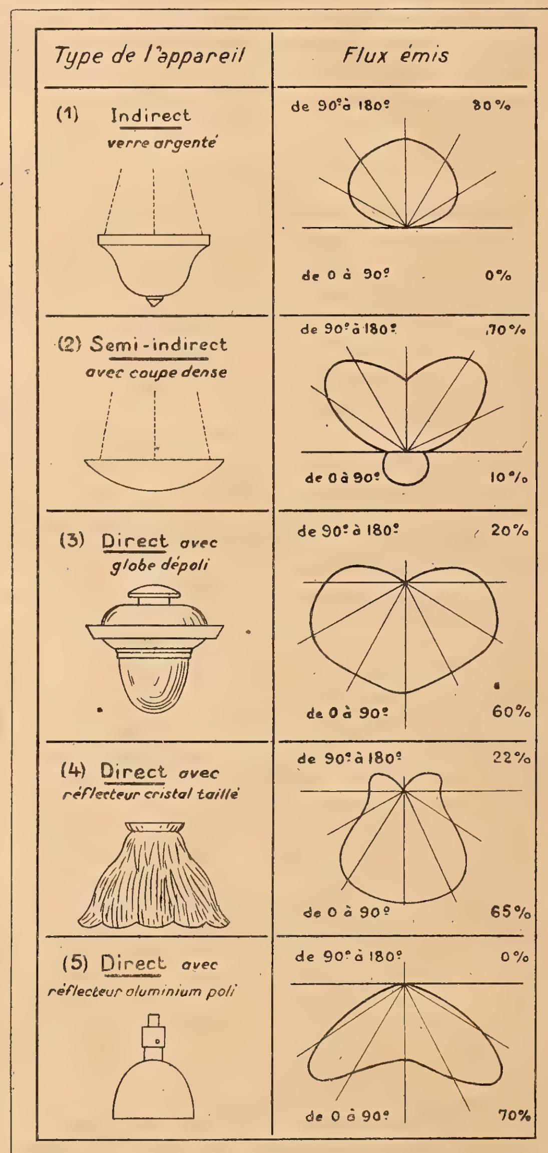


Fig. 24.

Ce coefficient est donc le rapport entre le nombre mesurant le flux utilisable pour l'éclairage à l'intérieur d'un espace donné et le nombre mesurant le

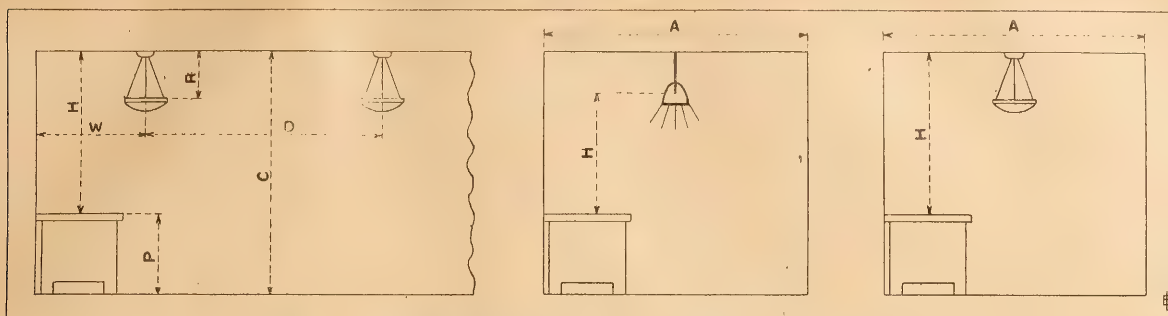


Fig. 25. — Indications des rapports pour l'emplacement des lampes.

COEFFICIENTS D'UTILISATION

Type de l'appareil	VALEUR RÉFLÉCHISSANTE						
	Plafond	Clair 70 %			Moyen 50 %		Foncé 30 %
	Murs	Clair 50 %	Moyen 35 %	Foncé 20 %	Moyen 35 %	Foncé 20 %	Foncé 20 %
	Rapt $\frac{L}{H}$						
N° 1	1	0,22	0,19	0,17	0,14	0,12	0,07
	1,5	27	24	22	17	15	09
	2	31	28	26	22	18	11
	3	36	33	31	24	22	13
	5	42	39	37	28	26	16
N° 2	1	0,26	0,21	0,19	0,16	0,14	0,10
	1,5	30	27	24	20	18	13
	2	34	31	28	23	21	15
	3	39	36	33	27	25	18
	5	45	42	39	32	30	21
N° 3	1	0,32	0,28	0,26	0,27	0,25	0,23
	1,5	40	36	33	34	32	30
	2	45	41	38	39	37	35
	3	52	47	44	45	42	40
	5	59	54	51	51	48	46
	10	64	59	56	56	53	51
N° 4	1	0,41	0,37	0,34	0,35	0,33	0,32
	1,5	49	45	41	43	41	39
	2	54	50	47	48	46	44
	3	60	56	53	53	51	49
	5	67	63	59	59	57	54
N° 5	1	0,44	0,41	0,39	0,41	0,39	0,38
	1,5	50	47	45	47	45	44
	2	55	52	50	52	50	49
	3	59	57	55	56	54	54
	5	63	61	59	59	58	58
	10	67	65	63	63	62	62

Tableau des coefficients d'utilisation se rapportant à la figure 24.

flux émis par la ou les sources lumineuses employées à l'intérieur de cet espace.

Sa valeur varie de 0,10 à 0,70 et dépend du réflecteur, de la couleur des murs et du plafond, du rapport $\frac{L}{H}$.

Les coefficients d'utilisation permettent, toutes choses égales d'ailleurs, de comparer la valeur de deux appareils au point de vue économique.

Les nombres donnés par la table se rapportent à l'éclairage de salles carrées, avec un nombre suffisant de foyers distribués symétriquement, pour obtenir un flux à peu près uniforme ; pour avoir le coefficient d'utilisation dans une salle rectangulaire quelconque, il faut chercher sa valeur pour la salle carrée qui aurait la dimension du petit côté

et ajouter le tiers de la différence entre cette valeur et celle obtenue pour la salle carrée qui aurait la dimension du plus grand côté.

L'examen du tableau ci-contre montre, au point de vue rendement global, l'influence des éléments :

1° Appareil;



Fig. 26. — Eclairage indirect par lampe torchère. Les lampes visibles sont destinées à éclairer l'abat-jour par transparence, la salle étant éclairée indirectement par le réflecteur et le plafond.

2° Pouvoir réflecteur du plafond;

3° Pouvoir réflecteur des parois;

4° Ecartement des parois pour une même hauteur.

La colonne flux émis donne la répartition en % dans les deux hémisphères; la somme donne le rendement propre à l'appareil.

Le cristal taillé, dont les facettes agissent comme des prismes à réflexion totale, donnerait le meilleur rendement : 87 % du flux émis est utilisable pour l'éclairage dans le cas où l'on désire un éclairage du plafond et des murs.

Les trois premiers types viennent ensuite avec 80 % alors que le dernier vient avec 70 %; par contre, si on ne veut éclairer que le plan de travail utile, soit que le plafond est trop élevé ou est constitué par des vitrages qui absorberaient de la lumière en pure perte, c'est le cas de la plupart des ateliers, ce dernier type s'impose puisque malgré son rendement global moindre, il a le maximum de flux réparti dans l'hémisphère inférieure.

Le rendement global d'un appareil est modifié différemment par les éléments de la salle où il est en fonction. Le pouvoir réflecteur du plafond, pour un flux émis donné, a d'autant plus d'influence sur le résultat final que le pourcentage du flux reçu par le plafond sera plus grand.

Il y aura donc lieu pour le praticien, lorsqu'il ne sera pas maître de la couleur du plafond, d'en tenir compte pour fixer le choix de l'appareil qu'il emploiera.

L'influence des parois a moins d'importance car une faible partie du flux les éclaire. Dans le type 3 elle est prépondérante; par contre, sur celle des autres appareils, pour un rapport de 1, plafond

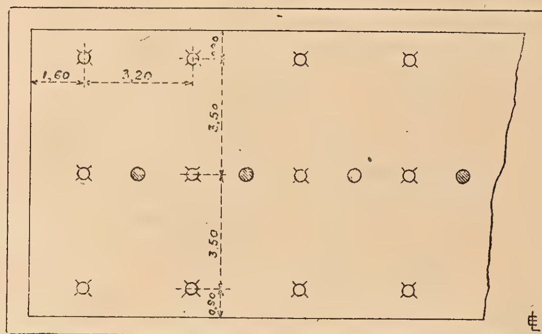


Fig. 27. — Disposition d'une salle avec lampes 200 watts, éclairage semi-indirect, coupe opale dense, éclairement moyen 80 lux.

clair et murs clairs, le coefficient est de 0,32 tandis que pour le rapport 5, les autres conditions étant les mêmes, le coefficient est de 0,59, soit près du double, alors que pour le type 5 la variation n'est que de 0,44 à 0,63, soit à peine la moitié en plus.

Reprenons le type 3 et le coefficient 0,32; ce dernier devient 0,26 dans le cas de murs foncés, et de 0,56 pour le même plafond clair, mais avec un rapport de 10. Ceci montre nettement l'influence du rapport $\frac{L}{H}$.

En résumé la couleur du plafond sera un facteur primordial dans l'éclairage indirect et elle ne devra pas être obtenue avec de la peinture à l'huile ou du ripolin à cause des reflets très incommodes provoqués par le brillant de ce genre de peinture; dans l'éclairage semi-indirect on pourra corriger ce facteur avec la densité du globe formant coupe,

car la répartition entre les rayons directs et les rayons diffusés est liée à cette densité.

Le choix de l'appareil à utiliser sera donc fonction des cas d'espèces des problèmes d'éclairage et une solution adaptée parfaitement à un cas pourra ne pas convenir à un autre.

Dans un problème d'éclairage, il est nécessaire de faire un plan à une échelle déterminée de la salle à éclairer.

Suivant sa destination et l'expérience personnelle, on adopte un type d'appareil déterminé : indirect, semi-indirect, direct. D'après ce type et en se reportant au tableau des espaces et hauteurs admissibles entre les appareils, on se fixera le nombre de files d'appareils. Il faut également tenir compte du système de suspension et de la hauteur du plan de travail, cette dernière étant variable avec les bureaux, tables à dessin, machines-outils.

La disposition envisagée peut être modifiée par la présence de colonnes, piliers, ponts roulants, meubles ou machines très hautes (fig. 25 et 27).

Ayant déterminé les espacements admissibles, on marque sur le plan les emplacements des appareils en les répartissant le plus symétriquement possible. La distance entre la dernière rangée et le mur ne doit pas excéder la moitié de la distance entre files. Dans le cas où le travail doit être effectué le long de ces murs sur des tables ou des machines-outils, la distance au mur doit être réduite au tiers de l'espacement normal.

Lorsque les emplacements des lampes sont déterminés, on en déduit leur nombre et il deviendra aisé d'en fixer l'intensité.

On évalue la surface de la salle et on calcule l'éclairement total réclamé par l'éclairage uniforme de toute la salle en multipliant le nombre de lux unitaire donné par les tables, par l'aire en mètres carrés de la salle. On cherche ensuite le nombre de lumens nécessaires pour obtenir un tel éclairement en tenant compte du facteur de dépréciation et du coefficient d'utilisation.

$$\text{Lumens} = \frac{\text{lux} \times \text{superficie} \times \text{facteur de dépréc.}}{\text{coefficient d'utilisation.}}$$

Le nombre de lumens que devra fournir chaque lampe sera égal au quotient du flux total par le nombre de lampes. La grandeur des lampes à employer est donnée par le tableau des flux en fonction de la consommation en watts (1).

Pour éviter tout calcul, on peut tracer des courbes à raison de une pour chaque puissance de lampes qui donnent, pour un coefficient déterminé d'utilisation, l'éclairement en lux en fonction des surfaces correspondantes. Ces courbes sont complétées par l'indication des surfaces à ne pas dépasser d'après les hauteurs de suspension indiquées.

R. Wolff. *Ingénieur E. T. P.*

APPAREILS DE MESURES

Réglage des compteurs d'induction en courant déphasé.

(*Suite* [2]).

Un compteur allemand, récent, de la Firme Siemens Schuckert utilise, pour donner de la rigidité à son électro tension à 3 branches, une paire de flasques réunies par 2 entretoises et dont l'ensemble forme une bague formidable dont l'action dépasse le résultat $\sin \Psi = \cos \varphi$.

L'électro fil fin est placé au-dessus du disque et l'électro gros fil au-dessous. Une bague de cuivre, soumise au flux d'intensité, et jouant le même rôle que celle placée sur les épanouissements de tensions dans les compteurs précédents, donne un champ d'intensité résultant décalé en arrière du champ propre de l'électro et on peut ainsi réaliser la condition $\Psi = 90^\circ - \varphi$.

Le schéma et le diagramme sont figurés (fig. 16-17).

Enfin, quelques constructeurs utilisant le principe de la bague en court-circuit, placent 2 bagues sur les épanouissements polaires de tension « Aron » (fig. 18) « A. E. G. Modèle L. J. *c* ».

Il faut, dans ces compteurs, déplacer simultanément les 2 bagues de la même quantité, et dans le même sens, lorsqu'on veut effectuer un réglage sur un circuit inductif. Si cette précaution n'était pas prise, et si on déplaçait une seule bague, on pourrait certainement obtenir un bon réglage en courant décalé ; mais à vide, on engendrerait une dissymétrie motrice qui ferait tourner le compteur dans un sens ou l'autre suivant la bague déplacée et le sens du déplacement. Si la dissymétrie produite était importante, elle pourrait affecter la marche aux petits débits du compteur. Le type L. J. *c*, de la Société A. E. G. peut même être réglé

***

(1) Dans le tableau des éclats de diverses sources lumineuses paru dans le n° 1290 du 15 décembre 1921, p. 561, c'est 1.000 bougies 5 qu'il faut lire pour le filament de la lampe 1/2 watt.

(2) Voir *l'Electricien* du 15 avril 1922.

aux petits débits par ce procédé, les pièces métalliques sur lesquelles les bagues se déplacent ont été dans ce but graduées à coups de pointeau (fig. 18). Dans le modèle L. J *c* présenté en 1921, identique au précédent, les coups de pointeau ont été remplacés par une graduation analogue à celle d'un décimètre.

Un modèle de la Société d'Instruments de physique de Genève possédait, comme bagues en court-circuit sur chacun de ses deux épanouissements polaires de tension, un enroulement formé de plusieurs tours de fil de cuivre nu soudé. Pour régler en courant décalé, on déroulait et on coupait un morceau du fil, mais il fallait prendre la précaution d'enlever la même longueur de fil sur chacun des épanouissements, à chaque réglage, si on ne voulait pas affecter la marche aux petits débits.

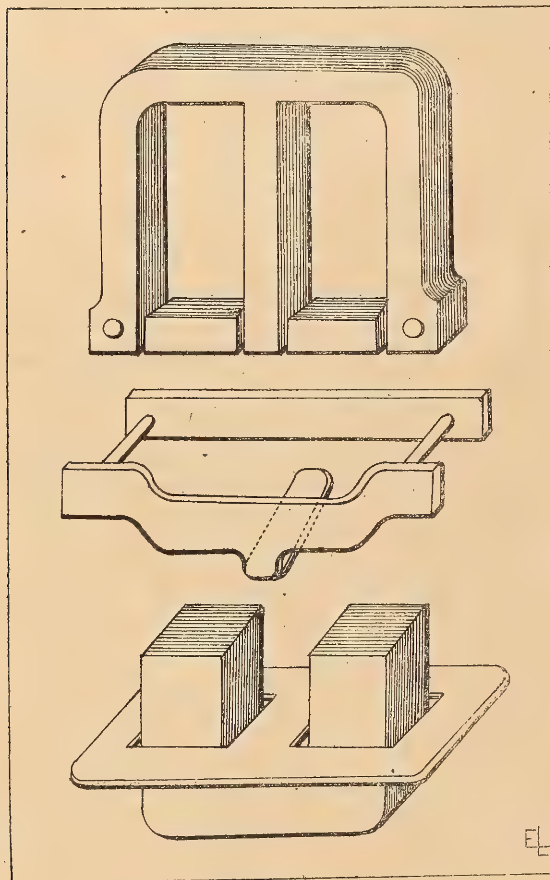


Fig. 16.

Dans le « Westinghouse Type N », on utilise aussi des bagues en court-circuit pour le réglage de la marche aux petits débits, mais dans ce modèle, c'est par l'orientation des bagues et non par leur déplacement qu'on obtient ce résultat. Ce compteur possède donc 3 bagues en court-circuit, une pour le réglage en courant décalé, et 2 autres pour le réglage aux petits débits (fig. 19).

Enfin le récent compteur de la Chamberlain et Hookham Limited, dont l'électro a exactement la même forme que celui du type N de la Westinghouse, ne possède que deux bagues sur la branche centrale de l'électro, une servant au réglage du courant décalé et se déplaçant verticalement, l'autre réglant la marche aux petits débits et se déplaçant transversalement.

Nous venons d'étudier les deux premières méthodes de réalisation de la relation $\sin \Psi = \cos \varphi$, avant d'étudier la troisième méthode possible, il

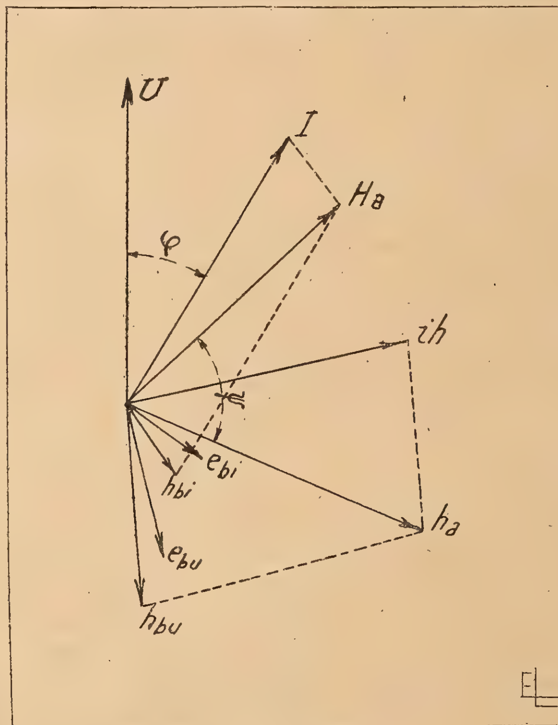


Fig. 17.

est bon de remarquer que la deuxième méthode est préférable à la première qui, du reste, n'est plus utilisée sur les compteurs modernes. En effet, le réglage au moyen d'une bague porte sur une quantité relativement constante, la tension ; au contraire, le premier dispositif agit sur une quantité très variable, l'intensité ; il doit donc être étudié pour la charge maxima du compteur et le rendement industriel de l'ensemble est mauvais pour les petits débits.

Egalement, nous pouvons dire que les compteurs qui utilisent une bague et une palette au lieu d'une bague seule, ont une consommation de fil fin

plus grande qu'il ne faudrait, car : 1° les spires en court-circuit dépassant leur rôle à l'origine ont un poids de cuivre trop grand, d'où consommation supérieure à celle obtenue par l'adjonction d'une bague réalisant exactement la condition $\Psi = \frac{\pi}{2} - \varphi$. 2° L'utilisation de la palette pour finir le réglage engendre une consommation supplémentaire de l'électro fil fin qui s'ajoute à celle, déjà trop grande, dont nous venons de parler.

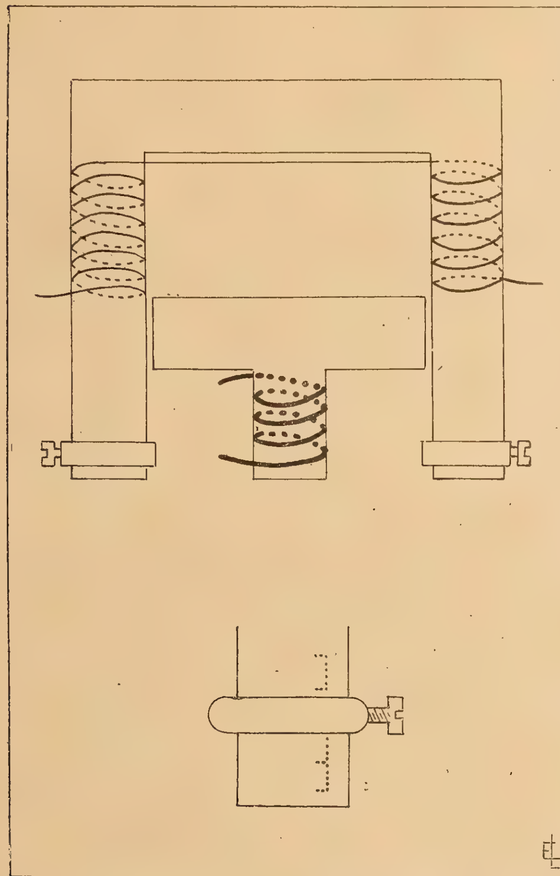


Fig. 18. — Compteur Aron.
En bas, détail du compteur A. E. G., L. J. *c*.

TROISIÈME MÉTHODE

A côté de ces deux artifices de décalage de H et *h* qui sont universellement employés dans les nouveaux types de compteurs modernes, il en existe un autre qui agit simultanément sur H et *h* et qui est employé dans les types actuels de compteurs « Cosinus M. R » et de compteurs « A. M. T. »

Dans ces appareils, les électros gros fil et fil fin sont de part et d'autre du disque et leurs circuits magnétiques sont peu fermés ; des pièces de fer convenablement placées favorisent des fuites magnétiques importantes, fuites que l'on règle pour réaliser la condition Sin $\Psi = \cos \varphi$.

Dans le « Cosinus type M. R. » une pièce de fer favorise des fuites de tension et d'intensité et on obtient le réglage par variation des fuites d'intensité, celles de l'électro de tension restant approximativement constantes pendant le réglage. Dans le compteur « A. M. T. » le procédé est identique,

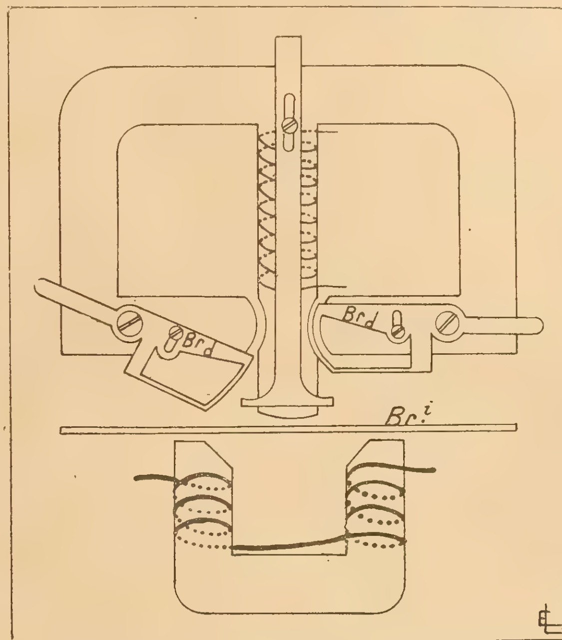


Fig. 19

mais les fuites de l'électro d'intensité restent environ constantes alors que le réglage s'obtient par variation des fuites de l'électro tension.

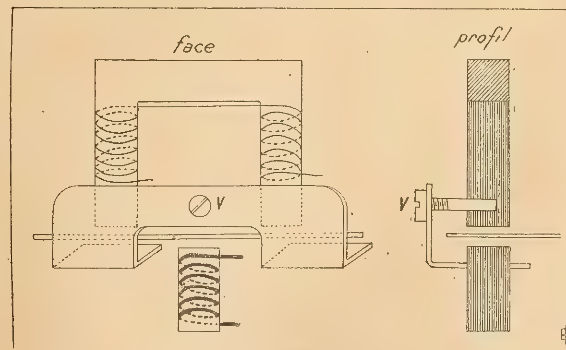


Fig. 20.

Représentons le diagramme des tensions dans ces 2 genres d'appareils. Soient U la différence de potentiel du réseau, H_t le champ total d'intensité,

h_t le champ total de tension, la présence de la pièce de fer dans ces deux champs, provoque des fuites magnétiques qui ne traversent pas le disque et la partie active des flux, celle qui engendre le couple moteur devient alors H_a et h_a décalés, H_a de α avec H_t et h_a de β' avec h_t.

Calculons l'angle Ψ de H_a avec h_a, pour cela choisissons comme positif le sens des aiguilles d'une montre. h_a fait avec l'horizontale un angle de

$$-\beta + \beta' \quad \text{ou} \quad \beta' - \beta$$

et H_t un angle de

$$-\alpha - \varphi + \frac{\pi}{2} \quad \text{ou} \quad \frac{\pi}{2} - (\varphi + \alpha) \qquad \text{(fig. 21).}$$

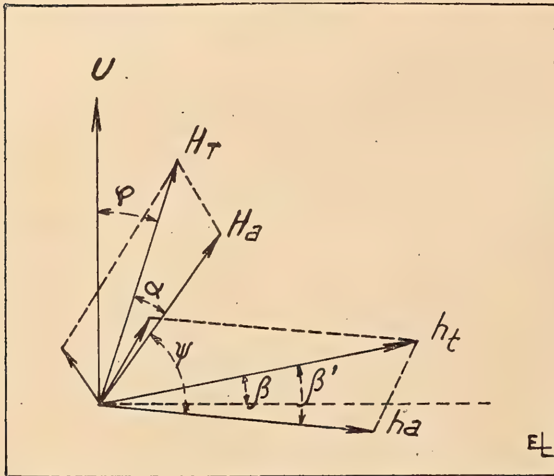


Fig. 21.

L'angle de H_a et h_a est alors :

$$\Psi = \frac{\pi}{2} - \alpha - \varphi + \beta' - \beta$$

pour obtenir

$$\Psi = \frac{\pi}{2} - \varphi$$

il faut que $\quad -\alpha + \beta' - \beta = 0$
ou $\quad \alpha = \beta' - \beta$

on obtiendra ce résultat en faisant varier l'angle α, c'est-à-dire les fuites magnétiques du champ d'intensité au moyen d'une vis V en fer que l'on déplace en face du pôle d'intensité et de l'autre côté du disque (fig. 20). On applique le même principe dans le compteur « A. M. T. » dont le schéma ci-contre représente la disposition, mais la pièce de fer sert à faire varier les fuites magnétiques de l'électro de tension en laissant à peu près constantes celles d'intensité, on réalise donc l'égalité

$$\alpha = \beta' - \beta$$

en faisant varier β' et non α. (fig. 22).

Le gros inconvénient de cette troisième méthode de réglage en courant décalé est le suivant. Les fuites magnétiques dérivées pour le réglage forment une partie notable du flux total et lorsque, pendant ce réglage, on fait varier ces fuites, le champ actif traversant le disque est influencé d'une façon sensible et le rendement aux gros débits sur circuit non inductif varie quand on règle le compteur en courant décalé. Ces réglages sont donc longs et on doit procéder par tâtonnements successifs. En revanche, la marge de réglage sur circuit inductif est plus grande sur les compteurs qui utilisent la troisième méthode que sur ceux qui utilisent la seconde.

Mais ce modeste avantage ne compense pas l'inconvénient que nous venons de signaler, et on peut dire qu'une fois sortis de l'atelier d'étalonnage les

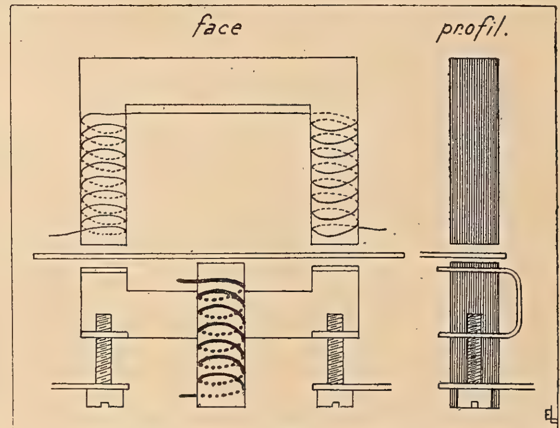


Fig. 22.

compteurs utilisant la bague en court-circuit sont certainement exacts en courant non décalé s'ils le sont en courant décalé ; on ne pourrait en dire autant de ceux qui utilisent un autre dispositif.

Le dernier modèle de compteur Cosinus type M. R³, utilise une bague en court-circuit en aluminium pour faire le gros réglage en courant décalé ; le réglage fin est terminé à l'aide de la vis faisant varier les fuites et dont nous avons parlé précédemment.

COMPTEURS MONOPHASÉS D'ÉNERGIE RÉACTIVE

Le compteur d'énergie réactive doit enregistrer

$$\int UI \sin \varphi \, dt$$

On peut utiliser dans ce but sur les réseaux polyphasés, le compteur ordinaire d'énergie active et brancher son gros fil sur une phase et son fil fin sur l'autre. Sur les réseaux monophasés, cette solution peut s'appliquer et le compteur d'énergie active doit être modifié pour enregistrer l'énergie réactive.

Nous avons vu page 169, que le couple d'un compteur d'induction est donné par la formule :

$$C = KUI \sin \Psi$$

Si nous pouvons égaler l'angle Ψ à l'angle φ le problème sera résolu. Dans le compteur d'énergie active, on cherchait à amener le champ *h* en quadrature avec U, cette fois nous chercherons à superposer les vecteurs représentant ces deux quantités. Nous essaierons par construction de décaler le moins possible l'intensité *i* dans le fil fin par rapport à U différence de potentiel qui l'alimente.

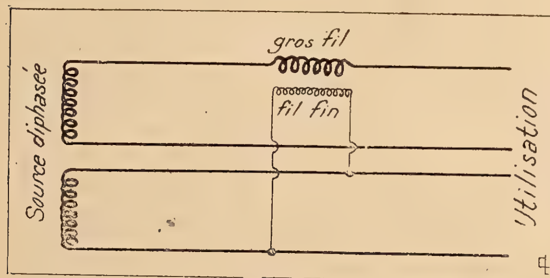


Fig. 23.

Le compteur B. T. utilise pour cela une bobine fil fin d'un très petit nombre de tours pour diminuer la self, l'enroulement est en constantan au lieu de cuivre afin d'obtenir une résistance suffisante pour limiter la valeur de *i* dans le fil fin. Enfin l'entrefer *e* (fig. 10) de la branche fermée de l'électro est plus grand que dans le compteur d'énergie active, toujours pour diminuer la self. L'électro gros fil est inchangé. Enfin la bague est de construction telle qu'elle est traversée par le flux engendré par le gros fil au lieu du fil fin (fig. 24).

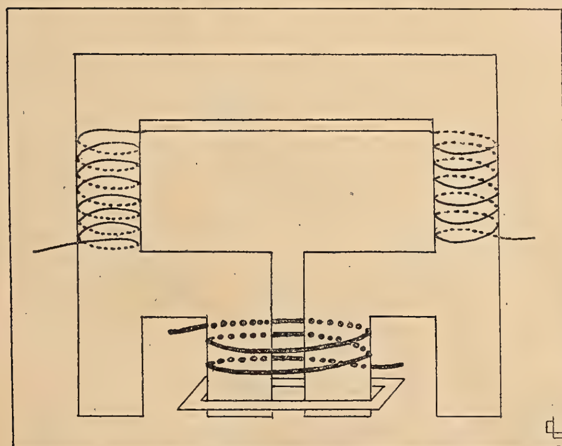


Fig. 24.

Le diagramme est alors le suivant : U différence de potentiel du réseau *i* intensité dans le fil fin peu décalée en arrière de U et *h*, en phase avec *i*, champ de tension; l'angle de *i* avec U est α. Soit I, décalé en arrière de U de l'angle φ, l'intensité chez l'abonné, H champ produit par le gros fil est en phase avec I. Pour que l'angle Ψ de H avec *h* soit égal à φ on voit de suite qu'il faut faire tourner H de l'angle α dans le sens des aiguilles d'une montre, c'est le rôle de la bague en court-circuit; elle est traversée par le flux H qui induit une force électro-motrice e_b, en quadrature avec H, cette force électro-motrice engendre le courant i_b et le champ h_b qui se compose avec H pour donner le champ d'intensité actif H_a qui traverse le disque (fig. 25); en déplaçant la bague, on pourra amener H_a à faire avec *h* un angle Ψ égal à l'angle φ, condition qu'il fallait réaliser. Quand l'intensité I augmente chez l'abonné sans que l'angle φ change, la longueur du vecteur I croît, et corrélativement, dans le même rapport, i_b croît, et H_a croît sans se déplacer. Au contraire, quand I reste constant mais que φ varie, le quadrilatère IH_ai_bO tourne sans se déformer. On réalise ainsi un compteur d'énergie réactive.

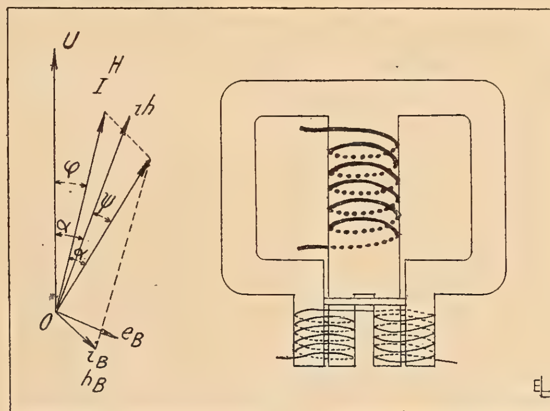


Fig. 25. Fig. 26.

Dans le compteur A. C. T. la question est résolue d'une façon analogue, mais l'enroulement fil fin prend la place de l'enroulement gros fil et vice versa, on diminue ainsi considérablement la self de l'enroulement dérivé, ce procédé présente l'avantage d'utiliser la même bague pour le compteur d'énergie active et pour le compteur d'énergie réactive, mais, d'autre part, les enroulements gros fil et fil fin, ce dernier surtout, sont très modifiés (fig. 26).

Le compteur C. T. A d'énergie réactive possède le même électro que l'A. C. TIII, l'enroulement fil fin est peu selfique, et l'électro gros fil a un assez grand nombre de spires; il est shunté par une résistance ohmique réglable au moyen d'un curseur comme dans l'A. C. TII. L'intensité totale se divise

donc en deux parties : une décalée d'un angle plus grand que φ et qui produit le champ actif attaquant le disque, l'autre traversant la résistance et décalée d'un angle plus petit que φ. En faisant varier la valeur de cette résistance ohmique, on fera tourner les vecteurs représentatifs de ces deux intensités sans influencer l'intensité résultante totale prise par l'abonné. On pourra ainsi réaliser la condition $\Psi = \varphi$.

Enfin, la compagnie des compteurs de Vaugirard vient à l'instant même de faire sortir un nouveau modèle de compteur A C T pour la mesure de l'énergie réactive. Ce compteur ressemble tout à fait au compteur ordinaire pour énergie active, les bobines sont à la même place dans les deux genres de compteurs. La bobine fil fin est assez selfique, mais on a placé en série avec elle une grande résistance ohmique destinée à rapprocher le vecteur représentant le champ de tension de celui représentant la tension elle-même. Les organes de réglage sont les mêmes que ceux du compteur d'énergie active.

E. François.

DÉTERMINATION
du facteur de puissance d'un réseau.

Pour les centrales qui ne possèdent pas de phasemètre pour la lecture immédiate du cos φ, voici la construction d'un tableau permettant de déterminer sans calcul le facteur de puissance d'un réseau

Kilo-volts-ampères.

Kilowatts	34,6	52	70	86,5	103,8	121,3	138,7	156,1
80				093	077	066	057	051
70			100	080	067	061	051	045
60			075	069	057	052	043	038
50		098	074	057	048	043	035	032
40		077	059	046	038	034	029	025
30	088	059	043	034	029	024	021	018
20	058	038	029	023	019			
20	028	019	014					
Ampères	100	150	200	250	300	350	400	450

(Valeurs de cos φ)

Ampères.

Comme ci-contre, on porte les *ampères* au bas, les kilowatts à gauche et les kilovoltampères en haut, Les chiffres ne sont indiqués qu'à titre d'exemple et on peut les diviser à l'infini. Pour les petites puissances, on peut commencer pour les ampères à 20 par exemple et aller de 2 en 2 ou de 5 en 5 suivant la précision que l'on veut obtenir; pour les kilowatts, on peut également progresser de 2 en 2 ou de 5 en 5.

Pour les grandes puissances, on pourrait partir de 500 ampères et de 150 kilowatts et aller de 10 en 10.

Pour établir un tableau, il faut commencer par chercher les kilovolt-ampères correspondant aux ampères, celui représenté en réduction ci-contre en fait pour 200 triphasé, donc nous avons 100 ampères $\times \sqrt{3} \times 200 = 34,6$ kilovoltampères, que nous portons sur la même ligne que 100 ampères mais en haut, ensuite 150 A $\times \sqrt{3} \times 200 = 52$ kilovoltampères environ, que nous portons également au-dessus de 150 ampères. Nous continuons de la même façon jusqu'au bout.

Reste à déterminer Cos φ.

Nous disons par exemple $\frac{10 \text{ kw}}{34{,}6 \text{ kva}} = \text{Cos } \varphi \ 0{,}28$ que nous plaçons sur la ligne de 100 ampères en face de 10 kilowatss puisque

$$\text{Cos } \varphi \ 0{,}28 = \frac{10 \text{ kw}}{(100 \text{ A} \times \sqrt{3} \times 200)}$$

ensuite $\frac{10 \text{ kw}}{52 \text{ kwa}} = \text{Cos } \varphi \ 0{,}19$ que nous plaçons au dessus de 150 A et toujours en face de 10 kilowatts, etc.

Nous avons après $\frac{20 \text{ kw}}{34{,}6 \text{ k}} = \text{Cos } \varphi \ 0{,}58$ que nous plaçons au dessus de 100 ampères et en face de 20 kilowatts et l'on continuera de même pour toutes les autre valeurs. Jusqu'ici les calculs sont faits pour 200 volts, mais il est évident que l'on peut supposer n'importe quelle tension.

En divisant le plus que possible les valeurs de I et de kw les valeurs de Cos φ seront plus complètes et plus précises.

Usage : Première lecture sur l'ampèremètre 100 ampères par exemple; deuxième lecture sur le wattmètre 20 kilowatts nous trouvons immédiatement à l'intersection des lignes 100 A et 20 kw Cos φ 0.58.

2[e] exemple : Ampèremètre 200 A, wattmètre 60 kw cos φ 0,75. La tension doit être toujours constante, dans ces exemples elle est de 200 volts.

Pour établir un tableau, en commençant à 10 kilowatts et allant de 5 en 5 jusqu'à 100, et de 100 ampères de 5 en 5 jusqu'à 450, il faut, à l'aide d'une règle à calcul et d'un aide qui inscrit les chiffres au fur et à mesure, environ 2 heures. Les valeurs de kilovoltampères portées en haut du tableau permettent de comparer de suite la puissance apparente avec la puissance réelle débitée par la machine, en outre, avec ces valeurs; on peut se rendre immédiatement compte de l'état de charge des machines.

Paul Cornice.

Régulateur automatique d'absorption

pour génératrices avec moteur sans régulateur de vitesse.

Dans certaines installations possédant comme moteurs des roues, turbines hydrauliques ou moulins à vent, actionnant une génératrice de courant, continu ou alternatif, la grande difficulté consiste dans le réglage de la vitesse du moteur, et par conséquent de la tension. Dans le cas de roue ou turbine, il est nécessaire de faire varier l'ouverture de la vanne suivant les variations de charge de la génératrice, sous peine de voir le moteur ralentir ou s'emballer, et la tension subir de graves écarts ; d'où nécessité d'une surveillance constante, et ne pouvant donner cependant qu'un résultat très approximatif.

C'est pour répondre à ces besoins que le régulateur dont nous donnons la description a été établi par les ateliers Panian et Bidault, à Paris, qui sont spécialisés depuis vingt ans dans les appareils de régulation automatique.

Ce régulateur présente la particularité de pouvoir absorber toute l'énergie électrique d'une génératrice, actionnée par une turbine hydraulique, moulins à vent ou engins similaires, au moyen de relais, lesquels intercalent des résistances dans le circuit jusqu'à l'équilibre et la restituer dans un espace très court de 3 à 4 secondes, pour les usages du circuit de l'exploitation. Il permet de maintenir le voltage à 2 % près constant, tout en maintenant la turbine à une vitesse très près de la constance, et, par ce fait, supprime tout régulateur de vitesse pour les turbines et engins similaires.

Un dispositif spécial est prévu pour augmenter la rapidité du réglage, pouvant être du simple au double, pour les grandes variations, ou suivant un rapport plus grand s'il est nécessaire.

Dans ce régulateur automatique d'absorption, les résistances susceptibles d'absorber toute la puissance d'une génératrice actionnée par turbine ou roue hydraulique, sont mises en circuit par l'intermédiaire de relais reliés à des contacts qui représentent la totalité de la puissance électrique à absorber. Ces contacts et relais représentent une valeur unitaire, pouvant aussi être incorporée successivement, en partie, pour répondre à une puissance partielle.

Il est constitué par un ensemble d'appareils assurant par les variations du courant qui les traverse, le fonctionnement ou l'arrêt automatique du système, ces appareils comprenant : un voltmètre à cadre mobile subissant les petites et moyennes variations, un démarreur à solénoïdes et basculeur, un servo-moteur commandant le plateau groupant les contacts en parallèle, par pignons et chaîne, l'ensemble des relais connectés aux contacts du régulateur et mettant et enlevant les résistances du circuit, un voltmètre peu sensible avec écart de 10 à 12 % pour les grandes variations ; un système d'entraînement du régulateur par pignons planétaires permettant de faire varier le rapport de vitesse du régulateur.

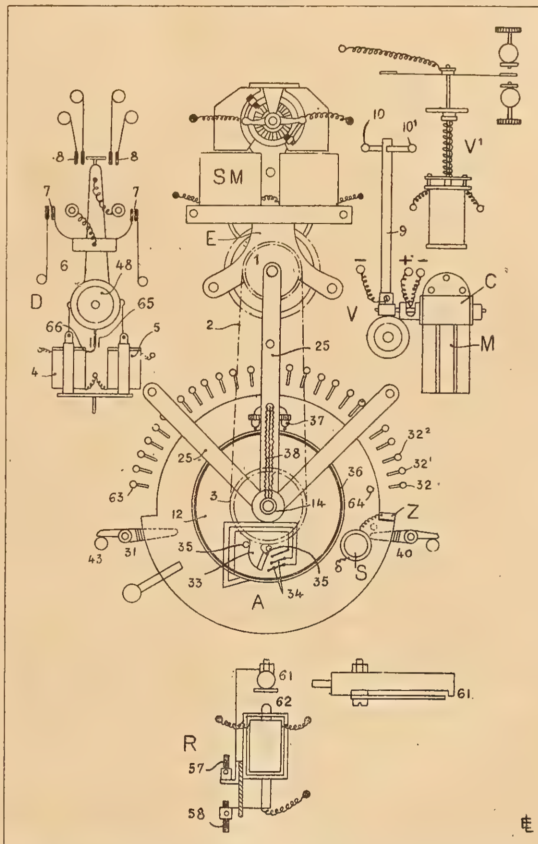


Fig. 1. — Schéma de face du régulateur avec détails de l'un des relais.

En se rapportant aux schémas, figures 1 et 2, le régulateur comprend un servo-moteur S. M., qui actionne le plateau mobile A au moyen d'une réduction de vitesse portée par l'entretoise E, d'un pignon isolé 1 sur lequel passe une chaîne 2 qui est en prise d'autre part, avec un pignon 3 entraînant le

système du plateau mobile qui sera décrit plus loin. Un démarreur D, constitué des bobines 4 et 5, influençant dans les deux sens un basculeur 6 entre des contacts 7 et 8. A l'opposé du démarreur est un voltmètre V à cadre mobile C, dont le fléau 9 oscille entre des contacts 10, 10′ et un voltmètre V′ peu sensible. Une série de relais R faisant intervenir des résistances, complète le tableau sur lequel est monté l'appareillage qui constitue le régulatenr.

Le plateau mobile A comme le montrent les figures 1 et 2 présente une moitié de sa périphérie en retrait pour offrir une zone neutre, tandis que l'autre moitié peut présenter sa surface à des contacts 32 qui sont reliés aux relais R pour établir le circuit de résistances à faire intervenir.

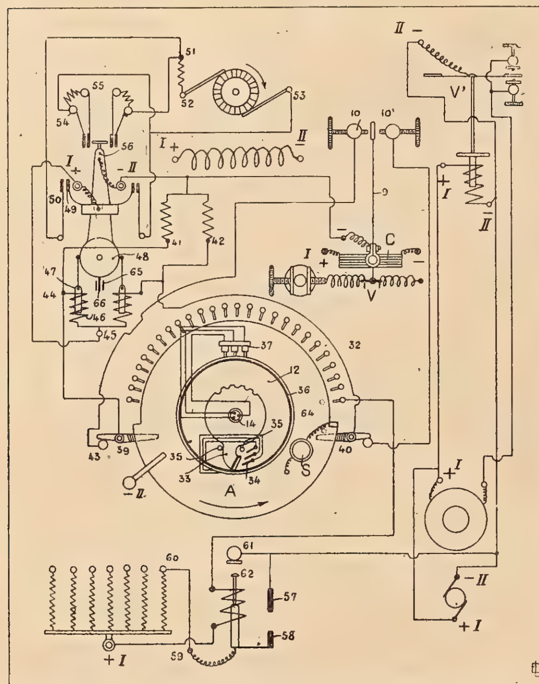


Fig. 2. — Schéma des connexions correspondant à la fig. 1.

Comme il a été dit ci-dessus, le régulateur absorbe la totalité de l'énergie électrique d'une génératrice, cette énergie peut être absorbée totalement si le plateau A, par sa rotation, intercale successivement l'ensemble des contacts 32 et, par conséquent, les résistances ; ou partiellement si le plateau n'intercale que quelques résistances. Or, cette distribution d'énergie électrique se fait automatiquement, à la demande des besoins, qui consiste, par exemple, à mettre une installation ou une machine-outil en marche.

On peut donc considérer que si la puissance électrique de la génératrice est de 50 HP cette puissance pourra être absorbée au moyen des contacts 32 qui auront pour valeur unitaire 1 HP.

Mais il y a aussi intérêt, à la mise en marche initiale du régulateur et pour chaque phase nouvelle du plateau A, de fractionner la puissance que représente le premier contact 32. A cet effet, on prévoit un plateau 33 qui se trouve déplacé en tout premier lieu, par le pignon 3, le déplacement de ce plateau intercale, l'un après l'autre, les contacts 34 dont la valeur est le tiers de celle que représente un contact 32. C'est donc seulement après avoir intercalé ces contacts 34 que le plateau A intercale les résistance par les contacts 32. Le plateau 33 est donc combiné avec des butées 35 qui servent d'organes d'entraînement au plateau A lorsque les circuits fractionnaires ont eté établis.

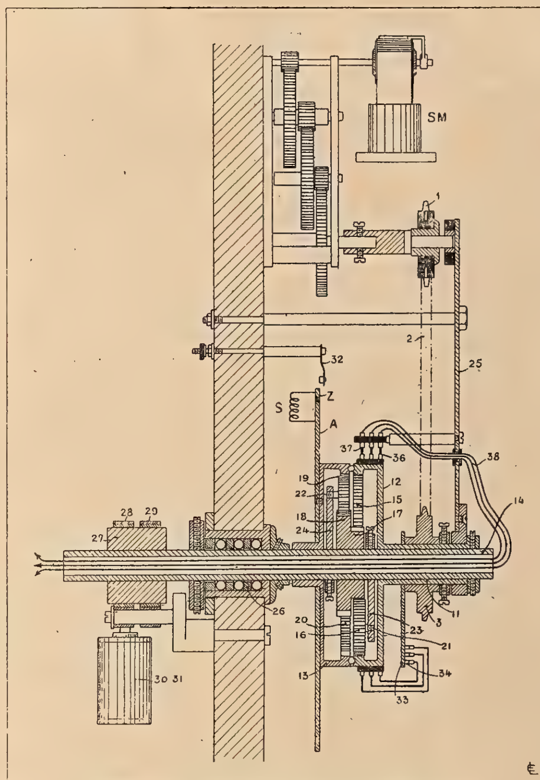


Fig. 3. — Coupe de l'appareil régulateur.

Le plateau 12 est muni périphériquement de bagues collectrices 36 qui sont connectées aux contacts 34 et sur ces bagues, des balais ou frotteurs 37 auxquels aboutissent les conducteurs 38 qui, empruntant l'intérieur de l'arbre 14, sont

reliés chacun à un relai ayant le même but que ceux précédemment décrits.

En outre, le plateau A est pourvu d'une bobine non inductive S dont un pôle est en contact en un point de sa surface, l'autre pôle étant en contact avec l'extrémité Z, laquelle est isolée du plateau.

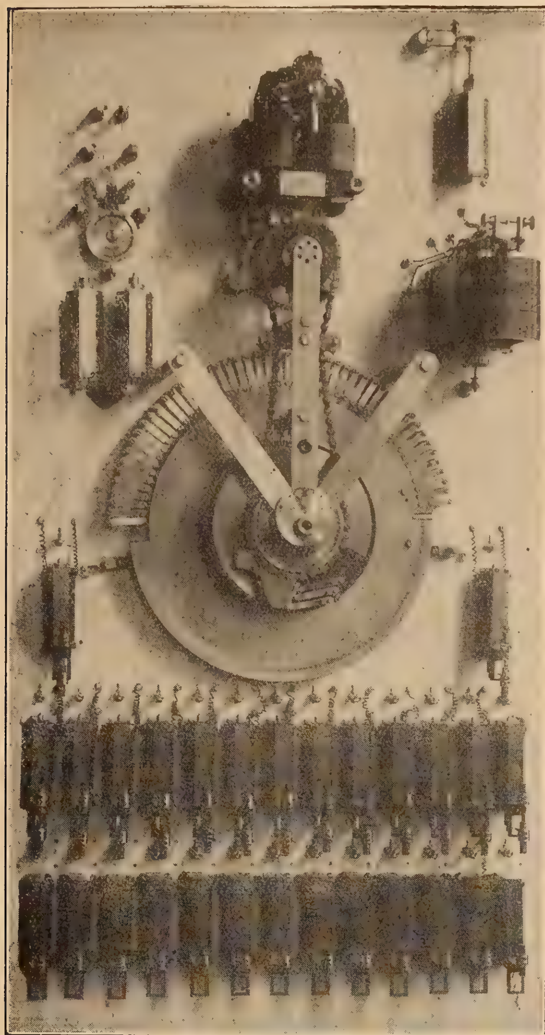


Fig. 4. — Vue de face d'un régulateur d'absorption pour 100 chevaux V. (1).

Cette bobine a pour but d'éviter aux étincelles de se produire à la rupture des différents circuits à intercaler. 39 et 40 sont des interrupteurs placés à l'opposé l'un de l'autre, aux extrémités de la série des contacts 32. Dans l'exposé qui va suivre pour expliquer le fonctionnement, les références se rapportent à tous les positifs +, et les références II à tous les négatifs —.

Le courant entrant par les I +, se divise en plusieurs branches pour sortir par les II —.

Le cadre mobile C du voltmètre V à magnéto M est alimenté d'une façon continue par les I et les II, comme aussi l'inducteur du servo-moteur S. M, les deux bobines sans induction 41 et 42 prévues

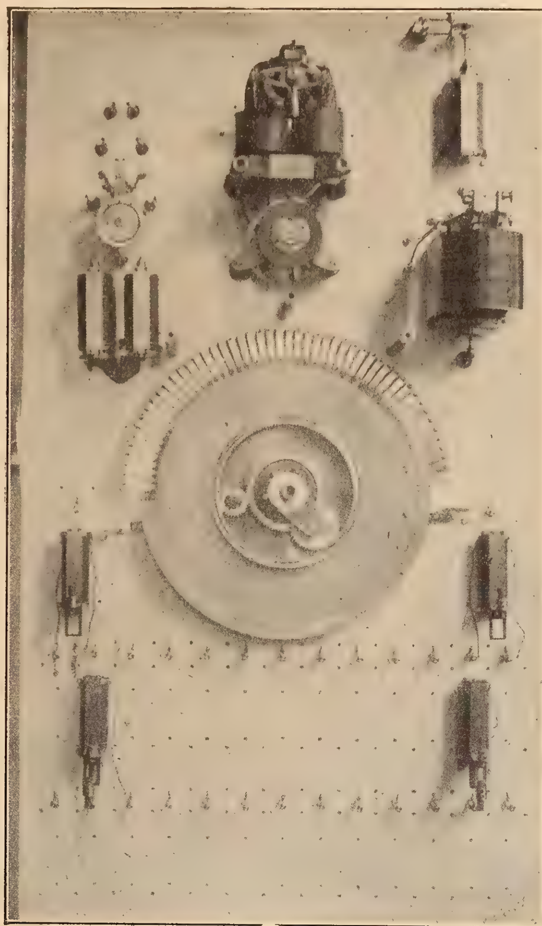


Fig. 5. — Vue du même appareil montrant les satellites de multiplication de vitesse pour grandes variations.

pour éviter les étincelles au fléau 9 à la rupture et le voltmètre V′.

Aussitôt qu'une variation de courant en plus, ou en moins, se produit le fléau 9, solidaire du cadre mobile C, fait passer le courant II — au contact 10 passant par 43, 39, 44, 45 et 1. Le solénoïde 46 attire le noyau 47 accroché au basculeur 48 en établissant le passage du courant à travers 1, 49, 50 traverse la résistance 51 et 52, qui sert à déterminer la vitesse du servo-moteur, 53; la résistance 54

(1) Cet appareil est visible à la Foire de Paris, stand 5018.

et 55 (se supprimant automatiquement lorsque le contact 56 influence les organes opposés) le contact 56 et II —. Dans cette marche du courant, le servo-moteur tourne dans le sens de la flèche et entraîne, avec son pignon, le réducteur de vitesse, l'engrenage isolé 1, la chaîne 2, l'engrenage 3 et les plateaux 12 et A lesquels, par leur déplacement, mettent en circuit à travers II, les contacts 34 et leurs relais. Aussitôt que ces trois relais sont mis en circuit, le plateau 12 entraîne le plateau A lequel, à son tour, alimente les autres contacts 32, 32′, 32^2, 33^3, etc., et I +, à travers la bobine non inductive S qui empêche toute production d'étincelle malgré les différentes ruptures[1] Finalement les relais R mettent en contact leurs résistances respectives par II —, les charbons 57, 58, les connexions 59, 60, à II — les contacts 61, 62, 59, 60 et I +. Tant que le fléau 9 est en contact, le servo-moteur continue à mettre en service les relais des contacts 32, 34 au moyen du plateau A, jusqu'à ce que celui-ci arrive à son point terminus.

Au dernier plot 63 de cette position, l'ergot 64 vient heurter le levier isolant de l'interrupteur 43 qui coupe le courant, l'attraction du solénoïde 46 cesse et le ressort antagoniste 65 ramène le basculeur 48, au moyen de la tige 66 au centre et le servo-moteur s'arrête.

Le servo-moteur peut se mettre en fonction quand le fléau 9 du voltmètre V arrive à toucher le contact 10′, dans ce cas le fonctionnement est inverse.

Pour le cas de grandes variations, le voltmètre V fait passer le courant par I + 54 ou 54′, 56 et II —. L'intervention du voltmètre V′ qui travaille sur un écart de 10 à 12 % a pour but d'obtenir le freinage de l'arbre 14, figure 4, au moyen des bobines 30 et 31, de leurs leviers et articulations. Le servo-moteur entraînant la boîte d'engrenages 12, 13 fait tourner les roues dentées 16, 17, 18, 19, qui, à leur tour, donnent au plateau 13 et A une rotation deux fois plus rapide que celle du plateau 12. Lorsque le voltmètre V′ cesse de fonctionner le dispositif de freinage n'agit plus, l'arbre 14 tourne librement avec ses deux boîtes à engrenages 12 et 13.

Comme on a pu s'en rendre compte, la particularité du plateau est que, avant de mettre en mouvement le grand plateau A, il fait mettre en circuit trois relais fractionnaires lesquels font de faibles charges pour un réglage délicat ; après quoi le plateau A commence à faire son travail régulier.

Une bobine non inductive montée sur le plateau de mise en parallèle des relais évite l'étincelle à la rupture sur les contacts et le plateau, et le montage de charbons en dérivation sur les relais qui mettent les résistances en circuit évite de même l'étincelle aux contacts métalliques à la rupture. B. D.

Résistance sans self ni capacité.

On peut réaliser facilement une résistance sans self ni capacité de la façon suivante (d'après *The Electrician*).

La résistance comporte deux enroulements enroulés dans des sens opposés sur une plaque de micanite par exemple. Ces enroulements sont connectés en parallèle. Le nombre de tours et la résistance de chaque enroulement étant les mêmes, le courant sera le même dans chaque enroulement et il n'y aura par suite ni champ magnétique ni self-induction. Comme la capacité de deux tours consécutifs est très faible et que ces petits condensateurs sont connectés en série, la capacité de la résistance sera négligeable.

Pour enrouler régulièrement les fils, les bords de la plaque isolante seront perforés, le diamètre des trous étant de 0,7 millimètres et leurs centres étant distants de 1 millimètre.

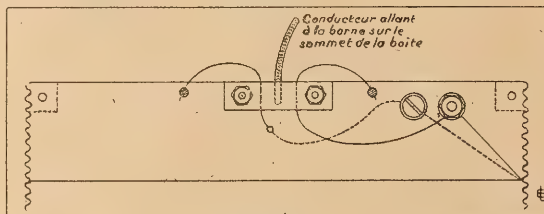


Fig. 1.

L'épaisseur de la plaque peut être inférieure à 1 millimètre ; la longueur et la largeur dépendent naturellement de la résistance que l'on désire obtenir et du fil employé. Une plaque pour une résistance de 1.000 ohms enroulée avec un fil de manganine de 0,1 millimètre (environ 46 ohms par mètre) aurait environ 13 cm. × 20 cm. Pour 2.000 ohms il faudrait environ 167 tours dans chaque enroulement et il resterait suffisamment de place, aux extrémités de la plaque, pour les bornes et pour fixer la plaque dans une boîte au besoin. Comme il n'y a pas de différence de potentiel entre les deux fils aux endroits où ils se croisent, l'isolement peut être très faible.

Sur une plaque de 13 cm × 20 cm, il y aura suffisamment de place pour une résistance de 600 ohms et une résistance de 100 ohms. On peut de même assembler sur une même plaque, soit une résistance de 500 et une de 200 ohms, soit une résistance de 300 ohms et une autre de 400. Pour des résistances inférieures à 100 ohms, il faudrait employer du fil plus gros que le précédent, et pour des résistances supérieures à 1.000 ohms du fil plus fin. Si les fils sont fixés aux bornes, comme l'indique la fig. 1 (entre deux plaques de laiton argentées à l'intérieur), la résistance peut être réglée très exactement. M. G.

Informations.

Autorisations. — Concessions.

Alsace-Lorraine. — La Société anonyme lorraine des chemins de fer électriques a sollicité l'autorisation d'établir une ligne à haute tension destinée à relier le poste de transformation de Fontoy appartenant à la Société « La Houve » au poste de sectionnement de la mine Charles Lueg.

La ligne projetée a pour but de doubler une ligne existante alimentant à la fois des serivces publics et des particuliers et construite en 1914 sous la législation allemande.

La société devra englober cette ligne dans une demande de concession d'Etat comprenant les lignes de transport établies par elle dans cette région sous le régime des permissions de voirie.

La société a été autorisée à exécuter, provisoirement, les travaux.

Ardèche. — La Société d'Electricité de la Vallée du Rhône a demandé l'autorisation d'établir dans la commune du Teil, un branchement aérien haute tension sur sa ligne de transport d'énergie électrique « Le Teil-Privas-Lavoulte », destiné à alimenter le dépôt de la Compagnie P.-L.-M. au Teil.

Calvados. — Une conférence a été tenue entre les ingénieurs en chef du contrôle des distributions d'énergie électrique et du génie rural dans le département du Calvados, au sujet de l'établissement d'un réseau rural de distribution d'énergie électrique dans la commune d'Ouézy.

Une autre conférence a également été tenue entre ces mêmes ingénieurs dans ce département au sujet de l'établissement d'un réseau rural de distributions d'énergie électrique dans la commune de Cesny-aux-Vignes.

Indre-et-Loire. — La commune de Neuville a déposé une demande pour la construction et l'exploitation en régie d'une distribution publique d'énergie électrique dans cette commune.

Le réseau basse tension commencerait au poste de transformation établi sur un terrain situé en bordure du chemin de grande communication n° 43, du côté opposé de la ligne haute tension qui longe ce chemin. Il serait alimenté par cette 2e canalisation (triphasé 12.000 volts) ayant sa source à l'usine centrale de Blois.

Haute-Garonne. — La Compagnie luchonnaise d'éclairage a présenté des projets relatifs à la distribution communale d'énergie électrique dans la commune de Juzet-de-Luchon.

Mayenne, Orne, Sarthe, Maine-et-Loire. — L'« Energie électrique de Maine et Anjou » a sollicité une concession d'Etat pour l'établissement et l'exploitation des lignes suivantes : (Distribution aux services publics).

1° Lignes à 30.000 volts :

de Chateau-Gontier (Mayenne) à Bellême (Orne) et dérivation sur Bouère (Mayenne);

De Courcelles à Château-du-Loir et de Saint-Germain-du-Val à La Flèche (Sarthe).

2° Lignes à 15.000 volts :

De Grez-en-Bouère à Meslay (Mayenne);

De Sablé (Sarthe) à Ballée (Mayenne);

De Sablé (Sarthe) à Juigné (Sarthe);

De la Chute de Villechien (Maine-et-Loire) à Saint-Denis d'Anjou (Mayenne);

De l'Epau à Champagné (Sarthe);

D'Yvré-l'Evêque à la Hutte (Sarthe);

De Montfort-le-Rotrou à la Route nationale n° 23 (Sarthe);

Du lieu dit Varennes à Mayet (Sarthe);

De Fresnay-sur-Sarthe à Sillé-le-Guillaume (Sarthe);

Des Tuileries à Vernie (Sarthe).

3° Lignes à 5.000 volts :

De Morannes (Maine-et-Loire) à Précigné (Sarthe)

De la Suze à Malicorne (Sarthe);

De Fercé à Loué (Sarthe);

De Vallon à Crannes (Sarthe);

De Château-de-Réteau à Chemiré-le-Gaudin (Sarthe).

Rhône. — La municipalité de La Chapelle-de-Mardore se propose d'installer une ligne de distribution d'énergie électrique en vue de l'alimentation de cette commune en énergie électrique.

Pas-de-Calais. — L'Union des consommateurs d'électricité du Nord-Ouest a émis une plainte relative aux abus dont ses adhérents seraient victimes du fait de leur fournisseur d'électricité.

Cette plainte a trait principalement aux tarifs mis en application par les sociétés de distribution d'énergie électrique et aux interruptions de courant.

Seine. — La Société « Union d'Electricité » a reçu l'autorisation provisoire d'exécuter les travaux d'installation d'une ligne souterraine à haute tension destinée à relier l'usine de Vitry à la sous-station située rue des Laitières, à Vincennes.

Cette ligne serait comprise dans la demande de concession d'Etat que cette société a déposée en 1919 à l'effet d'établir un réseau de distribution

d'énergie dans les départements de la Seine, de Seine-et-Marne, de Seine-et-Oise et de l'Oise.

Seine-et-Oise. — Une conférence a été tenue, conformément aux instructions ministérielles du 15 juillet 1920, entre les ingénieurs en chef du génie rural et du contrôle des distributions d'énergie électriques du département de Seine-et-Oise, pour l'étude d'un réseau rural de distribution d'énergie électrique dans 18 communes du canton de la Ferté-Alais, savoir :

Bouray, Lardy, Janville sur-Juine, Chamarande, Auvers, Saint-Georges, Villeneuve-sur-Auvers, Boissy-le-Cutte, Orveau, Bouville, Cerny, Guigneville, Baulne, Mondeville, Videlles, Vayres, Boutigny, Courdimanche et Torfou.

La commune de Maule se propose d'établir un réseau de distribution d'énergie électrique sur son territoire.

L'énergie serait fournie par la Compagnie Ouest-Lumière.



Pour le développement des réseaux ruraux.

Une des premières questions qui s'imposera à l'examen de la nouvelle Commission des réseaux ruraux d'énergie électrique qui vient d'être instituée au Ministère de l'Agriculture, par décret du 25 mars 1922, est celle de la recherche des moyens destinés à permettre de réduire le plus possible les frais de premier établissement de ces réseaux.

L'Administration de l'Agriculture s'en est déjà préoccupée et estime qu'une mesure à prendre dès maintenant serait d'obtenir une dérogation permanente à l'article 1er de l'arrêté technique du 30 juillet 1921 (qui a fixé à 120 volts la tension maximum à adopter entre un quelconque des conducteurs et la terre pour les courants alternatifs) en vue de pouvoir porter à 220 volts cette tension supérieure qui est, depuis longtemps, utilisée avec avantage dans d'autres pays (en Allemagne, en Suisse notamment) ainsi d'ailleurs que dans les départements alsaciens et lorrains.

Le Comité d'Electricité étant déjà saisi d'une demande de dérogation analogue en ce qui concerne les réseaux électriques d'Alsace et de Lorraine, aujourd'hui soumis à la législation de 1906, M. le Ministre de l'Agriculture a prié son collègue des Travaux Publics de consulter le Comité d'Electricité sur le point de savoir si, en cas d'acceptation pour l'Alsace-Lorraine, la même dérogation ne pourrait pas être étendue à tous les départements français.

D'après les études entreprises par le génie rural, l'économie qui pourrait être réalisée, grâce à ces dérogations, serait de l'ordre de 20 à 25 % pour l'ensemble des postes de transformation et de 25 à 30 % pour l'ensemble des lignes à basse tension d'une distribution agricole.

Une économie encore plus importante, d'environ 50 % intéressant surtout l'établissement des réseaux de répartition (5.500 à 20.000 volts) pourrait être réalisée par une dérogation analogue à l'article 77 de l'arrêté du 30 juillet 1921, interdisant l'utilisation de la terre comme conducteur. Cette dérogation entraînerait naturellement la substitution des courants monophasés aux courants triphasés et, par suite, l'établissement de lignes de répartition monofilaires.

La question a déjà fait l'objet d'expériences très précises poursuivies à Lancey (Isére) sous la direction de M. Harley, et les résultats très intéressants qui ont été obtenus ont fait l'objet d'un rapport présenté, en 1908, au Congrès international des Applications de l'électricité à Marseille, mais ce mode de répartition de l'énergie n'a pu jusqu'ici être soumis à l'épreuve de la pratique, les règlements en vigueur dans la plupart des pays s'y étant opposés.

Toutefois les craintes, peut-être exagérées, qu'ont fait naître jusqu'ici, pour le bon fonctionnement des lignes télégraphiques d'Etat, la mise à la terre de courants très intenses ne sembleraient plus aussi justifiées au regard des faibles courants utilisés dans les réseaux agricoles qui sont de l'ordre de quelques ampères seulement. En outre, les lignes télégraphiques des réseaux d'Etat sont, en général, assez distantes les unes des autres dans les campagnes pour qu'il puisse être toujours facile de placer les terres des réseaux ruraux et les lignes monofilaires de ce réseau à une distance suffisante des terres et des lignes d'Etat télégraphiques ou téléphoniques.

Quoi qu'il en soit, il s'attache un véritable intérêt national à la diffusion de l'énergie dans les campagnes, aux conditions les moins onéreuses et une étude immédiate approfondie de cette question s'impose aux Pouvoirs Publics dans un délai d'autant moindre que la combinaison des deux dérogations ci-dessus envisagées permettrait de réaliser dans l'établissement des réseaux ruraux une compression des dépenses pouvant varier entre 30 et 40 % au total. Il deviendrait ainsi possible de donner suite à beaucoup de projets d'installations rurales qui ont dû être écartées jusqu'ici en raison des frais très élevés de premier établissement.

Le Comité d'Electricité va, sans aucun doute, être saisi incessamment de cette importante proposition du Ministère de l'Agriculture.

J. DE LA RUELLE.

Législation.

Régies intercommunales.

Le Conseil d'Etat est actuellement saisi d'une question intéressante concernant le syndicat intercommunal d'électricité du pays de Gex.

Ce syndicat qui groupe dix-neuf communes du département de l'Ain a été autorisé par arrêté préfectoral du 2 février 1921, à construire et exploiter en régie sur son territoire, la distribution publique de l'énergie électrique à tous usages.

Mais le syndicat s'est heurté, dans la construction de son réseau, à l'opposition de quelques propriétaires mettant obstacle au passage des lignes sur des terrains privés, et il sollicite aujourd'hui la déclaration d'utilité publique.

L'enquête réglementaire a donné des résultats favorables; et aucune objection n'est faite contre cette déclaration d'utilité publique. Toutefois la demande présente une particularité.

Une commune, celle de Versonnex, bien que ne faisant pas partie du syndicat, doit être traversée, sans distribution, en cours de route, par l'une des lignes du réseau de la régie, en vue d'aller alimenter les trois communes syndiquées de Sauverny, Grilly et Mourex, qui se trouvent séparées du groupement principal.

Bien qu'au cours de l'enquête, à Versonnex, aucune observation n'ait été formulée sur le registre au sujet de l'emprunt du territoire de cette commune, il importe que le syndicat y jouisse également de la déclaration d'utilité publique, pour le cas où les propriétaires s'opposeraient au passage de la ligne.

L'article 2 du cahier des charges-type des régies en date du 8 octobre 1917, permet à la régie d'établir, dans le périmètre de la distribution, soit au-dessus, soit au-dessous des voies publiques, tous ouvrages et canalisations destinés à la distribution, mais il n'a pas prévu le cas spécial d'un territoire de régie fractionné en deux parties distinctes.

Il sera intéressant de connaître la suite donnée à cette demande par le Conseil d'Etat.

A priori, rien ne paraît s'opposer à ce que la déclaration d'utilité publique ait également son effet dans la traversée de ce territoire, car l'article 3 du cahier des charges-type autorise une régie à desservir toute entreprise située *hors de son territoire* et semble bien donner à la régie du pays de Gex le droit d'établir, au travers du territoire non syndiqué, la ligne nécessaire pour aller alimenter les trois communes séparées. Cette manière de voir est d'ailleurs corroborée par l'article 2 (paragraphe 2) du décret du 8 octobre 1917, qui assimile les régies à des services concédés; or, le réseau de la régie du pays de Gex s'étendant sur plusieurs communes syndiquées deviendrait, par la déclaration d'utilité publique, en tous points assimilable à un réseau d'Etat déclaré d'utilité publique, dont l'établissement et l'exploitation, indispensables à des intérêts généraux, sont possibles sur le territoire de toute commune que le réseau ne fait que traverser, sans y faire de distribution, en vue d'aller alimenter les entreprises ou services publics situés au delà de ladite commune.

J. de Rigney.

Interprétation de l'article 15 du cahier des charges branchements et colonnes montantes.

La ville de Libourne et la compagnie concessionnaire de la distribution de l'énergie électrique sur le territoire de cette commune, n'ayant pu se mettre d'accord sur l'interprétation à donner à l'article 15 du cahier des charges de cette entreprise, d'ailleurs conforme au type, ont décidé de s'en remettre pour trancher ce différend à une décision ministérielle rendue après avis du Comité d'électricité.

La divergence de vues qui sépare les deux parties en cause tient à ce que, dans le cas de branchement en location, la Compagnie prétend pouvoir exiger de l'abonné le remboursement de la partie comprise entre le coupe-circuit, qui peut être situé dans le haut de l'immeuble et le compteur ordinairement placé dans un couloir au bas de l'immeuble, tandis que la ville soutient que cette partie du branchement forme avec le reste installé à l'extérieur, un tout indivisible, auquel est applicable le tarif de location prévu au troisième alinéa de l'article 15.

La ville s'appuie notamment sur l'article 2 de la police ainsi conçu : « Le concessionnaire livre le courant au moyen d'un branchement pris sur la conduite principale. Ce branchement et ses accessoires, tels que : interrupteur principal, coupe-circuits principaux, *planchettes,* etc... sont fournis, mis en place et entretenus par le concessionnaire aux frais de l'abonné suivant les tarifs prévus à l'article 15 du cahier des charges ».

La ville rapproche ce texte, visant les planchettes qui soutiennent les compteurs et paraissent impli-

quer que le branchement s'étend jusque-là, de l'article 4 de la même police relatif aux installations chez les abonnés et précisant que « *les installations intérieures après le compteur* seront faites soit par le concessionnaire, soit par un entrepreneur au choix de l'abonné ». Il s'ensuivrait que le compteur est le point de séparation.

Consulté au sujet de ce différend, le Comité d'électricité a émis l'avis suivant, qui répond point par point aux conclusions de la ville intéressée :

1º Le branchement prévu par l'article 15 du cahier des charges auquel l'article 4 de la police type ne déroge pas, et auquel l'article premier de ladite police reste étranger, se compose de deux parties bien distinctes :

a) Une partie allant de la conduite principale au coupe-circuit principal inclus, auquel s'appliquent les quatre premiers alinéas de l'article 15, qui est installé et entretenu par le concessionnaire et qui fait partie intégrante de la distribution ;

b) Une partie intérieure, pouvant éventuellement comprendre une ou plusieurs colonnes montantes avec dérivation allant du coupe-circuit principal exclus au compteur, établie et entretenue par les soins et aux frais des propriétaires des immeubles dont elle reste, par conséquent, la propriété.

2º La première partie (*a*) du branchement constituant une partie intégrante de la distribution, ne saurait être étendue à l'intérieur de la propriété privée au delà de la longueur strictement nécessaire pour l'installation commode du coupe-circuit principal, de telle sorte que le concessionnaire ne peut être tenu, comme le demande la ville, d'installer dans tous les cas le coupe-circuit principal à proximité immédiate et sur la même planchette que le compteur.

3º L'emplacement du compteur est, d'après le troisième alinéa de l'article 3 de la police-type approuvée par décision préfectorale du 13 mai 1914 choisi par le concessionnaire après consultation des abonnés ; il doit nécessairement, en effet, être déterminé sur place dans chaque cas particulier, de telle sorte qu'il ne saurait comme le demande la ville de Libourne, faire l'objet d'une prescription d'ordre général ; d'ailleurs, l'abonné devant toujours être consulté au sujet de cet emplacement, a ainsi la faculté d'intervenir auprès du concessionnaire dans les conditions qui apparaissent comme normales.

Une décision ministérielle récente vient d'adopter cet avis et ajoute :

Toutefois, afin d'éviter des litiges entre la Compagnie et les abonnés, il y aurait intérêt à préciser par voie de modification à la police d'abonnement que le branchement ne s'étend que jusqu'au coupe-circuit principal.

On ne voit d'ailleurs pas pourquoi la Compagnie place le coupe-circuit principal, lorsqu'il s'agit de branchement payable au comptant, à proximité immédiate du compteur, à quelques centimètres de celui-ci sur la planchette même qui le supporte, et au contraire, lorsqu'il s'agit d'un branchement en location, place ledit coupe-circuit le plus près possible des fils venant du réseau, c'est-à-dire immédiatement à côté de l'arrivée des fils à l'intérieur de la façade dans la partie haute de l'immeuble La Compagnie devra donc adopter pour la limitation de la partie dite extérieure du branchement un principe uniforme dans les deux cas, indépendamment du mode de paiement du branchement, et s'inspirer uniquement dans chaque espèce, conformément au 2º de l'avis du Comité, de considérations de commodité pour l'installation du coupe-circuit...

J. de la Ruelle.



Rédaction de l'arrêté d'autorisation de voirie.

Le Maire d'une commune du département de la Gironde ayant cru pouvoir malgré les observations du service du contrôle, insérer dans un arrêté de voirie des réserves relatives à l'emplacement des poteaux et à l'établissement d'un système de protection, en certains points du parcours, une réclamation a été soumise au Ministère des Travaux publics qui a fait connaître son avis en ces termes :

« Un arrêté municipal portant autorisation d'installer par permission de voirie, une ligne de distribution d'énergie électrique, n'a pas pour objet de préciser les détails d'établissement des ouvrages. C'est un acte administratif, permettant l'occupation des voies publiques par les conducteurs d'énergie, qui ne peut fixer que les conditions auxquelles le titulaire doit se conformer. Il est donc indispensable que le Maire se réfère pour la rédaction de cet arrêté, aux modèles-types qui ont été annexés à la circulaire ministérielle du 1er octobre 1912 sans y apporter ni changement ni addition. Les détails d'exécution des lignes sont, en effet, arrêtées seulement lors de l'examen des projets définitifs qui ne peuvent d'ailleurs être approuvés que si l'entrepreneur de la distribution a pris par écrit les engagements auxquels serait subordonnée l'exécution des travaux (art. 34 du décret du 3 avril 1908). »

J. R.

Inventions. — Appareils et procédés nouveaux

DISJONCTEUR AUTOMATIQUE A FONCTIONNEMENT ACCÉLÉRÉ

Ce dispositif consiste en un disjoncteur qui peut être commandé par deux mécanismes différents, l'un travaillant au moment de la croissance du courant et l'autre travaillant dès que l'intensité dépasse une valeur déterminée. Le premier introduit, pendant le le premier temps de rupture, une résistance dans le circuit; le deuxième produit une rupture définitive (fig. 1).

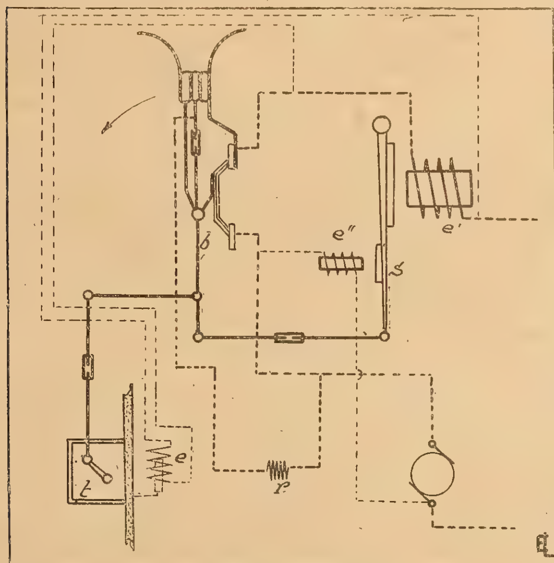


Fig. 1.

La première action se produit par suite de l'attraction du système de déclenchement *e* (action sur l'électro-aimant *e*), la tige *b* s'écarte des plots et la résistance *r* est intercalée pendant le premier temps, jusqu'à ce que la rupture totale se produise, et que les pare étincelles à cornes s'écartent.

Si l'intensité dépasse une valeur assez grande, l'électro-aimant *e′* agit sur le levier et décolle l'armature *b* plus rapidement que précédemment.

L'action de l'électro-aimant *e′* est contrebalancée par l'électro en dérivation *e″*. (Br. Fr. 532.394. — La Métals lurgie électrique).

TUBE A ÉLECTRONS AYANT AU MOINS DEUX ANODES AUXILIAIRES

Toute électrode auxiliaire dé tube à vide modifie la

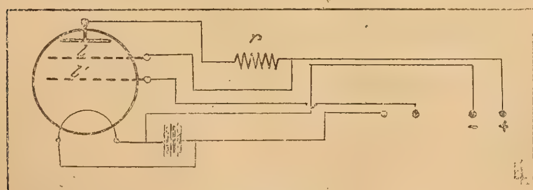


Fig. 2.

caractéristique de la lampe, principalement au point de départ et au point de courbure.

En employant (fig. 2) une anode auxiliaire *l′*, la tension est plus élevée que l'anode de travail; elle réduit le déplacement de la courbe « courant-plaque » pour une tension variable aux anodes de travail (la tension à l'anode auxiliaire pouvant être variable). — (Br. Fr. 532.587. — Manolle, Vogt).

MONTAGE POUR CENTRAL AVEC RÉSEAU D'ABONNÉS A HAUTE FRÉQUENCE

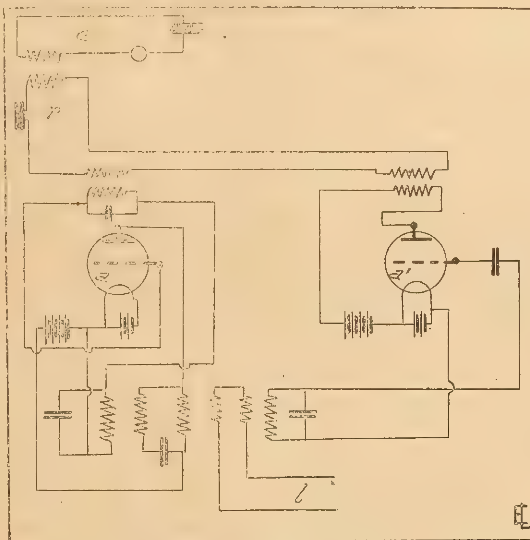


Fig. 3.

Chaque circuit d'abonné travaillant en basse fréquence, aboutit, par l'intermédiaire de fiches (fig. 3) aux lampes à trois électrodes *a* et *a′*. A titre d'exemple, la ligne *l* d'un abonné aboutit à une série de transformateurs couplés avec les lampes *a* et *a′*. La réception peut se faire au central par l'appareil téléphonique en *r* et *e*. — (Br. Fr. 532.577. — Deutsche Telefonwerke).

APPAREIL POUR MESURER LA RÉSISTANCE DES TERRES

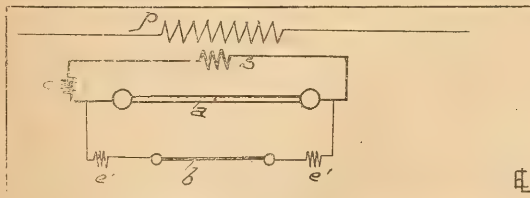


Fig. 4.

Cet appareil est basé sur le pont de Kohlrausch; il comporte (fig. 4) un commutateur permettant de relier le circuit de contrôle soit en un point du pont situé entre la résistance cherchée et la résistance de comparaison, soit

à la résistance auxiliaire, de façon à mettre en série à ce moment dans une même branche du pont, la résistance de comparaison et la terre à déterminer.

Le fil à curseur est gradué de façon à renseigner sur les valeurs du facteur :

$$\frac{a}{b} + 1$$

d'une des équations à résoudre. — (Br. Fr. 533.011. — Lassalle). P. M.

FOUR ÉLECTRIQUE A RÉGLAGE D'ÉLECTRODE

Dans ce système destiné à obtenir une haute température par l'emploi d'arcs électriques une ou plusieurs électrodes sont disposées de telle sorte qu'elles puissent se mouvoir sous l'influence d'un champ magnétique variable avec la distance existant entre ces électrodes. Dans le four triphasé de la figure 5, les électrodes sont portées par un contrepoids réglable pourvu d'une plaque isolante 7. Une électrode centrale fixe 8 est employée ainsi que trois électrodes extérieures 9, chacune d'elles étant supportée par une griffe 11 dont le bord est disposé en forme d'arête 12 pour maintenir l'électrode sur la plaque 7. Un poids réglable 14 est maintenu par une attache 11 permettant ainsi à l'électrode 9 d'osciller dans la direction indiquée par la ligne pointillée et de se mettre ainsi en contact avec l'électrode 8. Lorsque le courant commence à passer, les champs magnétiques entourant les électrodes les repoussent établissant un arc à leurs extrémités inférieures et réglant automatiquement la longueur de l'arc selon les variations du courant. Ce dispositif peut aussi s'appliquer au chauffage des poches de fonderie. (Br. angl. 170.738. — Schlegell.) M. M.

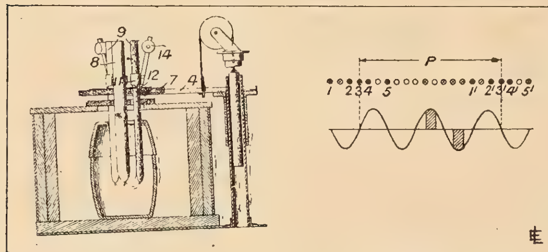


Fig. 5. Fig. 6.

ÉLIMINATION DES HARMONIQUES A HAUT VOLTAGE DANS LES MACHINES A COURANT ALTERNATIF

Pour éliminer les harmoniques de plus haut voltage dans les enroulements à une seule couche, des machines à courant alternatif ayant des encoches uniformément réparties; les distances entre les encoches par pôle qui contiennent les enroulements d'une phase quelconque sont telles que tandis que les deux côtés de la bobine sont symétriquement placées eu égard au champ principal, les ondulations d'harmonique de plus haut flux avec l'enroulement complet, sont nulles. La figure 6 montre la disposition des conducteurs dans les encoches d'une machine dans laquelle chaque côté des bobines de l'une quelconque des phases occupe cinq encoches telles que 1, 2, 3, 4, 5 et 1^1, 2^1, 3^1, 4^1, 5^1. La courbe représente la cinquième harmonique correspondant au pas polaire P de la machine. Au lieu d'être placés dans des encoches adjacentes comme de coutume, les conducteurs de chaque phase sont disposés par zones dans lesquelles deux paires d'encochers telles que 1, 2, 1^1, 2^1 et 4, 5, 4^1, 5^1 sont séparées par une encoche d'une autre phase. Comme on le voit, la somme des flux de la cinquième harmonique s'ondule avec les tours d'une phase et est représenté par des parties positives et négatives; la somme des parties hachurées étant égale à zéro. D'une manière semblable, l'effet de la troisième, de la septième et des harmoniques plus élevées est réduit. Dans le cas où il y aurait une autre quantité de conducteurs par encoche, la distance entre les encoches serait choisie de manière que pour les bobines de chaque phase la somme $\Sigma z_x \Phi_x$ soit égale à zéro; z_x étant le nombre de conducteurs par encoche dans un tour de bobine de la phase et Φx le flux ondulé correspondant. Un exemple est aussi donné montrant la suppression de la cinquième harmonique dans un enroulement ayant 4 encoches par phase et par pôle. (Br. angl. 170.850. — Brown-Boveri.) M. M.



Radiateur électrique à chauffage circulaire.

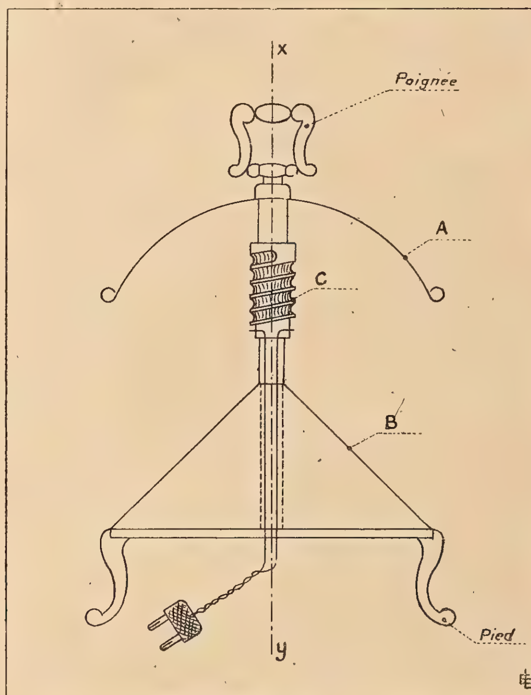


Fig. 7.

Cet appareil est constitué de façon à utiliser par rayonnement et par conductibilité la chaleur émise par le corps chauffant C (fig. 7). Il se compose de deux réflecteurs en cuivre poli, l'un concave A, l'autre conique B.

Les rayons émis par le corps chauffant sont réfléchis par le réflecteur A, puis par le réflecteur C. L'ensemble est disposé de telle façon que les rayons caloriques les plus hauts viennent effleurer le réflecteur concave A et les plus bas sont parallèles au sol. Cette disposition permet d'obtenir le rendement maximum. L'air est chauffé dans tous les sens autour de l'appareil, le corps chauffant est maintenu dans uns atmosphère chaude. (Br. Fr. n° 535.588. — L. Chironnier, au Monteil-Pessac (Gironde).

NOTIONS PRATIQUES

Problèmes sur les appareils de mesure.

*Solutions des exercices proposés dans l'*ELECTRICIEN *n° 1296.*

Ex. 104. — On dispose d'un voltmètre gradué en 150 divisions dont la résistance est 15.000 ohms et on désire 'utiliser pour des voltages compris entre 150 et 250 volts. Quelle résistance faudra-t-il mettre en série avec lui pour que ces mesures soient possibles ?

Quel sera le voltage lorsqu'il indiquera 135 ?

Exercice 104. — *Solution.*

Lorsqu'on applique entre les bornes du voltmètre une tension de 150 volts, la déviation de l'aiguille est de 150 divisions et le courant dans l'appareil :

$$i = \frac{150}{15.000} = \frac{1}{100} \text{ d'ampère}$$



Fig. 1.

Pour l'utiliser dans les conditions indiquées, il faut mettre en série avec lui une résitance x ohms (fig. 1), telle que lorsqu'on appliquera entre ses bornes 250 volts la déviation soit également 150 divisions, et par conséquent le courant $\frac{1}{100}$ d'ampère, donc :

$$\frac{250}{15.000 + x} = \frac{1}{100}$$

ou :

$$25.000 = 15.000 + x$$

$$x = 25.000 - 15.000 = 10.000 \text{ ohms.}$$

Une déviation de 150 divisions correspond alors à 250 volts, donc une déviation de 135 divisions est donnée par :

$$\frac{250 \times 135}{150} = 225 \text{ volts;}$$

Ex. 105. — Peut-ou utiliser un voltmètre de 150 volts et 1 voltmètre de 75 volts pour mesurer une tension de l'ordre de 200 volts ?

Comment les monter ? Quelles seront les indications de chacun d'eux, pour une tension de 210 volts, le premier ayant une résistance de 20.000 ohms et le second une résistance de 8.000 ohms ?

Exercice 105. — *Solution.*

Il suffit de les monter en série entre les 2 points entre lesquels on veut mesurer la tension (fig. 2) et d'ajouter leurs indications.

En effet ces 2 appareils sont traversés par le même courant i :

$$i = \frac{u}{20.000 + 8.000} = \frac{u}{28.000}$$

u étant la tension appliquée.

Donc : $u = 28.000\ i,$

or entre les bornes du voltmètre 150 volts, il y a une tension indiquée $u_1 = 20.000\ i$

et entre les bornes du voltmètre 750 volts, la tension est : $u_2 = 8.000\ i$

et on voit que $u_1 + u_2 = 28.000\ i = u.$

On a :

$$\frac{u_1}{u} = \frac{20.000}{28.000} = \frac{20}{28} \text{ et } \frac{u_2}{u} = \frac{8.000}{28.000} = \frac{8}{28}$$

donc

$$u_1 = \frac{20\,u}{28} \quad u_2 = \frac{8\,u}{28}$$

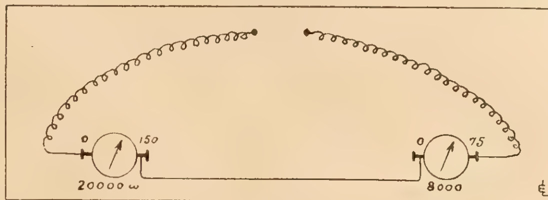


Fig. 2.

Lorsque la tension à mesurer est 210 volts, les voltmètres indiquent :

$$\text{le premier } 210 \times \frac{20}{28} = 150 \text{ volts}$$

$$\text{le second } 210 \times \frac{8}{28} = 60 \text{ volts.}$$

Ex. 106. — Pour mesurer le courant qui parcourt un circuit, on met dans le circuit une résistance de 0,004 ohm et on branche entre les extrémités un millivoltmètre dont la déviation totale des 100 divisions de la graduation est donnée par une tension entre ses bornes de 0,08 volt. La déviation obtenue étant de 60 divisions, quel est le courant dans le circuit ?

Exercice 106. — *Solution.*

Soit x ampères le courant dans le circuit (fig. 3) entre les extrémités A et B de la résistance 0,004 ohm il y a une tension donnée par le voltmètre de :

$$u = 0{,}004 \times x \text{ volt,}$$

or pour une tension de 0,08 volt l'aiguille dévie de 100 divisions, donc, puisque les indications sont proportionnelles aux courants sans le voltmètre et par conséquent aux tensions entre ses bornes, lorsque la déviation est de 60 divisions, la tension est :

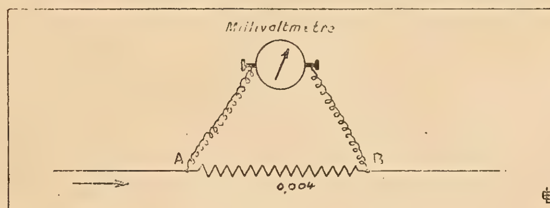


Fig. 3.

$$\frac{0{,}08 \times 60}{100} = 0{,}048 \text{ volt}$$

donc :

$$\frac{0{,}08 \times 60}{100} = 0{,}004\,x$$

et :

$$x = \frac{0{,}08 \times 60}{100 \times 0{,}004} = 12 \text{ ampères.}$$

Ex. 107. — Un millivoltmètre a pour résistance 0,8 ohm et l'aiguille dévie des 100 divisions de la graduation lorsqu'il est traversé par un courant de 0,05 ampère.

On le shunte avec une résistance de 0,04 ohm. Quelle résistance faudra-t-il mettre en série avec l'ensemble pour que la tension de 100 volts donne une déviation correspondante aux 100 divisions de la graduation ?

Exercice 107. — *Solution.*

La résistance de l'ensemble millivoltmètre et shunt (fig. 4) est :

$$\frac{0,8 \times 0,04}{0,8 + 0,04} = \frac{0,032}{0,84} = \frac{3,2}{84} \text{ ohm}$$

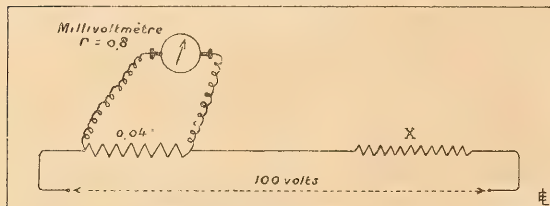


Fig. 4.

Le courant total débité sous la tension 100 volts, est :

$$\frac{100}{\frac{3,2}{84} + x} \text{ ou } \frac{8.400}{3,2 + 84\,x}$$

et il passe dans le galvanomètre :

$$\frac{8.400}{3,2 + 84\,x} \times \frac{0,04}{0,8 + 0,04}$$

soit :

$$\frac{8.400}{3,2+84\,x} \times \frac{4}{84} \text{ ou } \frac{400}{3,2 + 84\,x} \text{ ampère.}$$

Comme sous cette tension, l'aiguille est devant la division 100, le courant est 0,05 ampère, on a :

$$\frac{400}{3,2 + 84\,x} = 0,05$$

donc $400 = 3,2 \times 0,05 + 84 \times 0,05\,x$

ou $399,94 = 4,2\,x$

$$x = \frac{399,94}{4,2} = 95,2 \text{ ohms}$$

P. Roberjot.

Réponses à plusieurs demandes. — Les solutions des problèmes peuvent nous être adressées par tous lecteurs, abonnés ou non. Il n'est donc pas utile de joindre la bande d'abonnement. Sans exiger d'expliquer le raisonnement, nous recommandons de donner sommairement les différentes opérations dans la solution, afin de conserver une réelle valeur aux mentions que nous délivrerons pour 50 solutions justes reçues du même lecteur.

Carnet de la T. S. F.

Modifications aux signaux de F. L. (*V. n° 1297*).

Les signaux horaires de 9 h. 57 sont maintenant à 9 h. 26 La fin en est indiquée par des séries de — — — séparés par des intervalles d'une seconde.

Les signaux de 10 h. 44 se font toujours, l'émission est commencée par une série de traits, les *d* sont réservés à la 47e minute.

Les transmissions de téléphonie sans fil se font actuellement de 18 h. 10 à 18 h. 40.

TRIBUNE DES ABONNÉS

*Notre Tribune est une rubrique de renseignements mutuels ouverte à tous nos abonnés. La Rédaction de l'*Electricien *n'est pas responsable des réponses fournies. Nous prions nos lecteurs de limiter leurs demandes au domaine de la pratique industrielle.*

DEMANDES

N° 607. — Etant donnée une chute variable entre 7 et 9 mètres, que faut-il faire sachant que l'on m'impose 2 groupes de turbos-alternateurs de 1.000 HP en puissance normale et que le débit de chaque turbine varie entre 13 mètres cubes et 14 m. c., 500 ?

Mêmes questions pour les caractéristiques suivantes :
1° Hauteur de chute comprise entre 7 et 9 mètres;
2° 2 groupes de turbos-alternateurs de 2.000 HP chacun;
3° Débit de chaque turbine compris entre 26 et 29 mètres cubes.

Dans les deux cas, quelles considérations générales peuvent me guider dans le choix des turbos, si le courant produit doit être transformé en courant à 50.000 volts, 25 périodes ?

Vaut-il mieux employer des turbines à axe horizontal ou à axe vertical ? Avantages et inconvénients de chaque type ?

N° 608. — Peut-on resouder les bacs en ébonite, d'une batterie d'accumulateurs, pour automobile. Si oui, la méthode ?

N° 609. — Pour resouder les connexions des éléments d'une batterie d'accumulateurs,comment doit-on procéder, et quelles sont les matières à employer ?

N° 610. — Désirerais connaître quelles sont les caractéristiques de la dynamo et de la résistance à employer pour bain de nickelage et lumière devant fonctionner ensemble. Nickel à déposer : 50 grammes. Nombre de lampes 25 bougies : 20 lampes.

N° 611. — Je possède un stator comportant 12 encoches semi-fermées, que je désire bobiner en moteur asynchrone monophasé démarrant seul. Le rotor en cage d'écureuil comporte 12 barres. La dimension du moteur correspond à environ 1/10e ou 1/8e de cheval.

Quel est le dispositif le plus sûr de bobinage du stator ? Si je bobine deux enroulements décalés quel serait la méthode permettant de calculer la résistance inductive des deux enroulements pour décaler les deux courants d'un angle voisin de $\frac{H}{2}$

Quelle est l'importance dans la marche du moteur de la mise à la masse des barres de la cage d'écureuil ou de leur isolement parfait ?

Demandes d'adresses de fournisseurs.

N° 612. — Où peut-on se procurer des aimants permanents? Ou quelles sont les maisons qui les fabriquent?

N° 613. — Qui fournit les lampes 1/4 de watt pour courant continu ? Se font-elles uniquement à bas voltage ? Dans ce cas, combien faut-il en mettre en série sur 115-120 volts pour obtenir la meilleure utilisation ?

N° 614. — Où peut-on trouver un ciment isolant pour réparation de collecteur ?

N° 615. — Quelle est la maison qui pourrait fournir des pièces en porcelaine destinées à enrouler du maillechort pour résistances de rhéostat.

RÉPONSES

Nº 480 R. — Il me semble qu'il serait peut-être assez facile d'arriver à faire fonctionner d'une manière satisfaisante les postes téléphoniques desservant le transport de force en question.

Pour cela on pourrait, je crois, se servir des deux fils de ligne pour faire les appels par sonnerie et alors transformer les deux postes téléphoniques en téléphones sans fil et comme la distance de 15 kilomètres est relativement courte, des postes à une seule hétérodyne seraient certainement suffisants; on pourrait même dans ce cas employer les deux fils de lignes existants comme antennes, dans tous les cas si ce dispositif présentait des inconvénients, on pourrait toujours établir à chaque poste une antenne et une prise de terre.

Il me semble que ce procédé doit donner des résultats et l'essai, tout en n'étant pas très coûteux, serait très intéressant à faire et pourrait servir pour d'autres installations.

L. CORCEVAY.

Nº 487 R. — Non dans un transformateur, le neutre n'est pas la masse, ni un enroulement indépendant des 3 autres et n'est pas relié aux masses de fer doux. Mais c'est le point où aboutissent les bouts des trois bobines primaires ou secondaires formant ainsi une étoile, lorsque le neutre d'un transformateur est à la terre, c'est qu'on l'a mis exprès.

Dans aucun cas, il ne peut y être de lui-même car ce serait un défaut de l'appareil

P. CORNICE.

Nº 491 R. — Il est assez difficile d'expliquer le phénomène qui a provoqué le court-circuit entre la poutrelle et la conduite de gaz; on pourrait peut-être l'attribuer à une décharge atmosphérique dont les phénomènes sont parfois *très extraordinaires*, ainsi j'ai vu le cas suivant et qui pourrait peut-être se rapporter au phénomène précédent. Le fil de terre d'un parafoudre d'une canalisation aérienne (2 fois 110 volts) était fixé directement contre un mur; à un endroit, ce fil n'était plus séparé d'un branchement de gaz que de 20 millimètres environ, par suite d'une décharge atmosphérique un arc s'est produit entre le fil de terre et la conduite à gaz et en a fondu environ 10 centimètres; si cette conduite n'avait pas été fermée, il y aurait certainement inflammation du gas. Ce phénomène démontre que malgré que le fil de terre soit bien relié à la terre, une portée de la décharge armosphérique est passée par le tube de gaz, après avoir franchi 20 millimètres. On pourrait, je crois, attribuer la même cause au cas précédent, car, en effet, la poutrelle montée sur deux murs a certainement un isolement supérieur à celle de la conduite de gaz par rapport à la terre; d'autre part, si la canalisation d'éclairage électrique se trouvait être plus ou moins en contact avec la poutrelle, au moment d'une décharge atmosphérique sur la canalisation aérienne alimentant celle intérieure de lumière, un arc a pu parfaitement jaillir entre la poutrelle et le tuyau de gaz. En somme, il faut toujours considérer une conduite de gaz ou d'eau comme *une très bonne prise de terre.*

B. CORCEVAY.

Nº 537 R. — 1º La section de votre ligne ne vous permet pas pratiquement de faire fonctionner un moteur 3 HP 1/4 à 2.500 mètres; eu égard à sa résistance ohmique, vous perdriez en ligne environ les 40 % de la puissance à l'arrivée.

2º Les bobines de self ne servent qu'à favoriser le passage des décharges atmosphériques dans les parafoudres. Si votre usine centrale est munie de ces derniers, mettez seulement à la réception de très fortes selfs; dans le cas contraire, employez selfs et parafoudres à peignes.

E. THENON.

Nº 560 R. — Vous pouvez localiser votre défaut à quelques mètres en mesurant à l'aide d'un galvanomètre très sensible la différence de potentiel créée par une batterie de piles à débit très constant sur différents circuits que vous combinez dans votre câble (fig. 1).

Débranchez le câble et reliez les 3 conducteurs à une extrémité; branchez le galvano g entre b conducteur bon et c conducteur mauvais. Reliez un pôle de la pile à la terre

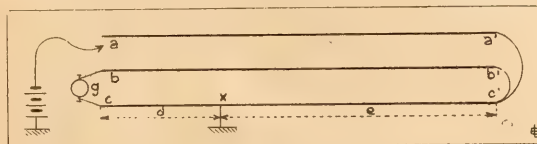


Fig. 1.

avec l'autre; touchez a; g marque différence potentiel $c'\,x = e$; puis touchez c; g marque différence potentiel $c\,x = d$.

L étant la longueur exacte de votre câble, vous avez distance de c au défaut :

$$\frac{L \times d}{d + e} \text{ et du défaut à } c' \frac{L \times e}{d + e}$$

reliez a' et b'; galvanomètre entre a et b; pile au câble c (fig. 2); touchez a; $g = a\,a' + b'\,x = y = d + 2\,e$.

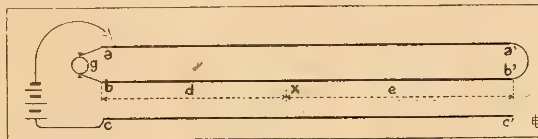


Fig. 2.

Touchez b; $g = b\,x = d$; $y - d = e$ et comme ci-dessus de b au défaut

$$\frac{L \times d}{d + e} \text{ et de } b' \frac{L \times e}{d + e}$$

Ces mesures demandent une grande attention et beaucoup de soin et même une certaine habitude.

Le défaut est d'autant plus facile à trouver que la résistance de la ligne est grande et celle du défaut faible. En cas de trop grand isolement de ce dernier faire claquer pour obtenir un défaut franc.

A. DUMONT.

Nº 573 R. — Si l'intensité demandée ne dépasse pas quelques ampères, on peut employer dans ce cas des piles au sulfate de cuivre genre Callaud, ces éléments peuvent donner un voltage et un courant constant pendant très longtemps, il suffit pour cela d'entretenir de cristaux de sulfate de cuivre de la réserve de ces éléments.

B. CORCEVAY.

Nº 574 R. — Les machines électriques à courant continu de construction moderne n'ont pas besoin d'être isolées de la terre.

Au contraire pour des voltages supérieurs à 200 volts, il est même prudent de relier leur bâti à la terre par un fil conducteur, de façon à éviter des accidents d'électrolocution qui pourraient se produire dans certains cas en touchant les bâtis de ces machines et amener quelquefois des accidents mortels.

B. CORCEVAY.

N° 575 R. — Voyez l'ouvrage : *Actions physiologiques et dangers des courants électriques*, par J. Rodet, 1917.

N° 576 R. — Il est assez facile de déterminer le ou les points défectueux d'une installation qui communique à la masse ou à la terre, pour cela il suffit d'établir un rhéostat liquide composé de deux plaques de fer baignant dans de l'eau, dans laquelle on ajoutera du carbonate de soude, de façon à régler la résistance du rhéostat et à laisser passer l'intensité désirée. Le rhéostat devra être branché comme l'indique le schéma (fig. 3) et, pour mieux se rendre compte

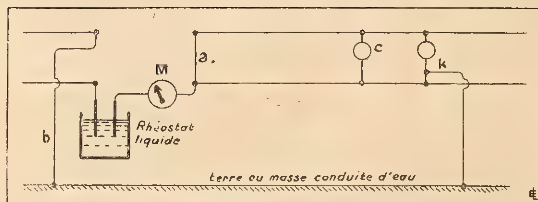


Fig. 3.

du courant débité, on intercalera sur son circuit un ampèremètre M. Après avoir débranché l'installation de la canalisation principale, on réunira par un fil *a* les deux pôles de l'installation, un pôle de la canalisation étant branché sur le rhéostat et le rhéostat sur l'installation ; l'autre pôle de la canalisation sera relié par le fil *b* à la masse ou à la terre ; il suffira alors de laisser passer un courant plus ou moins fort dans l'installation en ajoutant du carbonate de soude dans le rhéostat, ou en rapprochant les deux plaques et au bout de peu de temps le ou les endroits défectueux s'échaufferont et décèleront les points défectueux de l'installation, Comme le rhéostat permettra de régler à volonté le courant. il n'y aura donc pas à craindre de provoquer des court-circuits pouvant occasionner des dégâts ou incendies.

La prise à la masse ou à la terre du fil *b* devra se faire de préférence sur une conduite d'eau et dans le cas présent, sur les tubes de fer qui protègent les fils et câbles conducteurs.

B. Corcevay.

N° 578 R. — On ne peut répondre à votre question sans connaître : hauteur, longueur et disposition de l'antenne, valeurs ou éléments de la self, capacité maximum du condensateur. Avec ces éléments il serait seulement possible de donner un ordre de grandeur.

P. M.

N° 579 R. — Certains réseaux à courant continu ont un conducteur à la terre, par exemple le compensateur de la zone 3 fils à Paris, dans ce cas, la question ne se pose pas. Pour les réseaux où aucun conducteur n'est relié à la terre, l'un des conducteurs (négatif) est toujours plus près de la terre que les autres ; par exemple, à Paris (zone 5 fils), la terre se trouve en général, entre l'extrême et l'intermédiaire négatif, elle se déplace suivant l'isolement du réseau. Dans ces conditions on peut, à l'aide d'un voltmètre, évaluer la différence de potentiel entre chacun des conducteurs et la terre.

E. F.

N° 581 R. — Pour déterminer assez approximativement la puissance de la dynamo en examinée, il faut d'une part la faire tourner à sa vitesse normale connue (soit 1.200 tours-minute) en laissant les trois quarts environ du rhéostat de champ en circuit sur les inducteurs, le voltage obtenu à ce régime pourra être considéré comme celui pour lequel cette machine a été construite.

D'autre part, l'induit étant bobiné avec du fil de 10/10 soit une section de 0,78 millimètres carrés et comme cette dynamo comporte quatre pôles et que l'on peut admettre sans danger en pleine charge une densité de courant d'environ 4 ampères par millimètre carré dans le fil de l'induit, l'intensité débitée pourra donc être de $0,78 \times 4 \times 4 = 12$ amp. 48, soit 13 ampères ; il suffira donc de multiplier cette intensité par le voltage obtenu pour avoir très approximativement la puissance électrique que pourra produire cette dynamo marchant en génératrice.

B. Corcevay.

N° 584 R. — Le neutre en question est-il à la terre ? Dans ces conditions cela serait peut-être possible, mais pour éviter des effets d'induction on autres, il nous semble qu'une bonne terre serait meilleure.

P. M.

N° 600 R. — S'il s'agit d'accumulateurs au plomb, le rhéostat de charge devra avoir une résistance de 8 ohms 4, il pourra être constitué par 39 mètres de fil de Maillechort XXX de 16/10e de millimètre. Il serait plus économique sous tous les rapports de faire baisser la tension de la dynamo de charge en agissant sur la vitesse et l'excitation.

L. B.

N° 604 R. — On ne peut résoudre exactement la question sans connaître la nature de l'huile, l'usage auquel elle est destinée et la température finale à atteindre. Supposons 200 kilogr. d'huile de chaleur spécifique 0,5, à chauffer de 0 degré à 150 degrés par exemple ; il faudra lui fournir :

$c(T - t)P = 0,5 \times 150 \times 200 = 15.000$ grandes calories.

Si elle est placée dans un petit bac en tôle exposé à l'air, elle perdra au cours du chauffage en une heure au plus 1.000 calories.

C'est donc 16.000 calories que devra produire la résistance ; ellles sont équivalentes (1 watt-heure = 0,865 grandes calories) à 18.500 watt-heures, soit 18,5 kilowatts pendant 1 heure (160 ampères à 115 volts).

L'échauffement de l'huile au contact de la résistance se fait principalement par convection. Les dimensions de la résistance sont fonction de la viscosité et de la température de décomposition de l'huile ; en tout cas il n'y a aucun inconvénient à lui donner une trop grande surface. Dans le cas présent, les dimensions suivantes seront généralement bien suffisantes :

6 fils de ferro-nickel de 20/10e disposés en parallèle ; longueur de chaque fil : 14 m. 70.

Le tout placé au fond du bac sur un cadre isolant.

L. B.

N° 606 R. — On peut : 1° coupler les primaires en triangle on aura 120/208 volts au secondaire mais l'opération n'est pas sans danger (échauffement du fer doublé, voltage entre galettes primaires augmenté de 73 %, marche en parallèle moins facile) et, somme toute, on ne pourra le faire que dans peu de cas pratiques ;

2° Rebobiner le secondaire en étoile pour 120/208 volts, c'est la seule solution sûre.

En augmentant le nombre des spires primaires on obtiendrait l'inverse du résultat cherché (la tension secondaire serait diminuée).

L. B.

N° 607 R. — La Société Escher-Wyss a, croyons-nous, étudié des turbines pour utilisation des marées.

N° 614 R. — La maison Vanthomme-Desfontaine, à Bousbecque (Nord), vous fournira du ciment pour collecteurs.

Le Gérant : L. De Soye

L'ÉLECTRICIEN

Rédacteur en chef : Maurice SOUBRIER
Secrétaire général : L.-D. Fourcault

DUNOD, Éditeur. 49, quai des Grands-Augustins, PARIS, VIe. — *Tél.* : GOB. 19-38 et 53-01

DISTRIBUTIONS D'ÉNERGIE

Les transformateurs statiques en exploitation.

Nous donnons ci-dessous la suite de l'étude sur les transformateurs statiques, parue dans l'Electricien *du* 1er *avril* 1921. *On trouvera dans l'ensemble de cette étude, des renseignements intéressants sur l'emploi de ces appareils ainsi que sur les progrès réalisés dans leur construction et dans la pratique des transports d'énergie à haute tension.*

Ainsi que nous l'avons annoncé précédemment, nous dirons quelques mots sur les pertes dans le cuivre des enroulements des transformateurs.

Les pertes dans le cuivre sont proportionnelles au carré de l'intensité du courant dans le primaire et le secondaire d'un transformateur. Si l'on admet que, dans le secondaire, l'intensité est en concordance de phase avec la tension, cette dernière restant pratiquement constante, l'intensité est proportionnelle à la puissance du transformateur.

Il n'en est pas tout à fait de même dans le primaire. L'intensité du courant primaire n'est pas proportionnellle à la charge du transformateur au moins jusqu'à une certaine valeur de cette charge, à partir de laquelle elle croît proportionnellement à cette dernière.

D'après les diagrammes des figures 1 et 2, on peut juger, à pleine charge, des pertes dans le cuivre en fonction de la puissance d'un appareil donné, selon la tension d'alimentation employée. Il résulte de ces courbes que, jusqu'à une puissance d'environ 150 kilovolts-ampères, les pertes dans le cuivre sont à peu près indépendantes de la tension d'alimentation et de la puissance. On voit que la moyenne de ces pertes est, en effet, approximativement de 20 watts par kilovolt-ampère.

L'allure générale du rendement, des pertes dans le fer et dans le cuivre d'un transformateur est donnée par le diagramme de la figure 3.

CLASSIFICATION DES TRANSFORMATEURS SUIVANT LES APPLICATIONS

Le fonctionnement des transformateurs dépendant des applications qui en sont faites, ces applications constituent une indication d'après laquelle on peut établir une classification de ces appareils.

On les divise généralement en deux classes :

Les transformateurs élévateurs ou abaisseurs de tension;

Les transformateurs de distribution.

1° Transformateurs élévateurs ou abaisseurs de tension.

Les transformateurs élévateurs trouvent surtout leur emploi dans les stations génératrices. Dans ces dernières, l'énergie étant généralement produite par des alternateurs à tension relativement modérée, mais variable suivant les cas et adaptées le plus judicieusement à chacun d'eux, le but de ces appareils est alors d'élever la tension ainsi obtenue à la valeur adaptée pour le transport d'énergie.

Bien que dans certaines installations on trouve

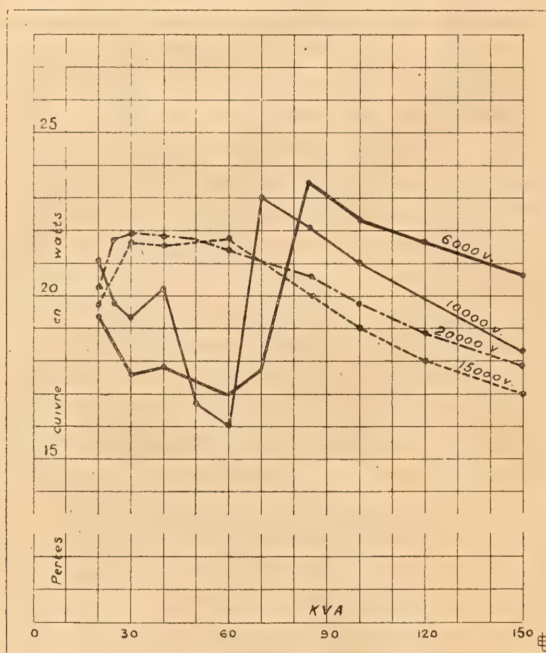


Fig. 1. — Diagramme des pertes dans le cuivre des transformateurs de moyenne puissance à pleine charge et par KVA.

des alternateurs donnant directement 10.000, 20.000 ou même 30.000 volts entre leurs bornes, des tensions aussi élevées ne sont pas à recommander pour être produites directement. Il est préférable de produire une tension de 5.000 à 6.000 volts aux bornes des alternateurs, surtout lorsqu'il s'agit de turbo-alternateurs de grande puissance, à faible nombre de pôles et, par conséquent, à grande vitesse et d'élever la tension à l'aide de transformateurs (fig. 4).

Cette pratique tend d'ailleurs à se généraliser actuellement.

Alors qu'au début on employait la tension de 3.000 volts pour les grandes installations, cette tension a été accrue peu à peu en la portant successivement à 5.000 et 6.000 volts, puis à 10.000 et à 15.000 volts. A l'heure actuelle, de nombreuses installations distribuent l'énergie à des tensions variant entre 15.000 et 30.000 volts.

L'emploi des turbos-alternateurs tendant à se généraliser dans les grandes centrales à vapeur où on les substitue souvent même aux machines à piston déjà existantes, et les tensions de distribution tendant à s'élever de plus en plus, rendant de plus en plus difficultueuses la construction électique de ces machines, on voit que l'obtention de ces tensions à l'aide de transformateurs s'impose.

D'ailleurs, les progrès réalisés dans l'appareillage haute tension et dans la fabrication des câbles souterrains, dont l'emploi est fréquemment indis-

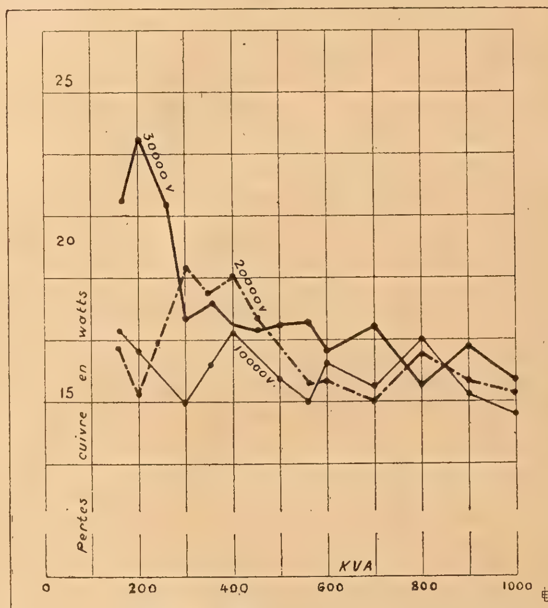


Fig. 2. — Diagramme des pertes pas effet Joule dans les enroulements de transformateurs de grande puissance à pleine charge et par KVA.

pensable, ont facilité l'extension des hautes tensions dans les distributions.

D'autre part, la création de grands transports d'énergie électrique à longue distance par l'emploi de très hautes tensions, notamment par les isolateurs dits *à suspension* et dans la construction des lignes, ont fait du transformateur statique, dont les perfectionnements de construction n'ont cessé de progresser parallèlement aussi, un auxiliaire de plus en plus indispensable.

Au point de vue de la tension, on a donc été amené à classer en outre les transformateurs en deux catégories, comme les tensions employées elles-mêmes, c'est-à-dire :

1° Les transformateurs pour les hautes tensions jusqu'à 60.000 ou 70.000 volts ;

2° Les transformateurs pour les très hautes tensions supérieures aux tensions ci-dessus, généralement à partir de 90.000 volts.

Ces valeurs élevées s'expliquent par le fait que l'on cherche à obtenir des lignes de transport une grande puissance et un bon rendement, en élevant de plus en plus la tension.

La tension de 120.000 volts qui semblait être, il y a quelque dix ans, la tension limite pratiquement utilisable, a été dépassée et on signale, en Amérique, des transports d'énergie fonctionnant à la tension de 150.000 volts et dans des conditions satisfaisantes. On annonce d'ailleurs, dans ce pays,

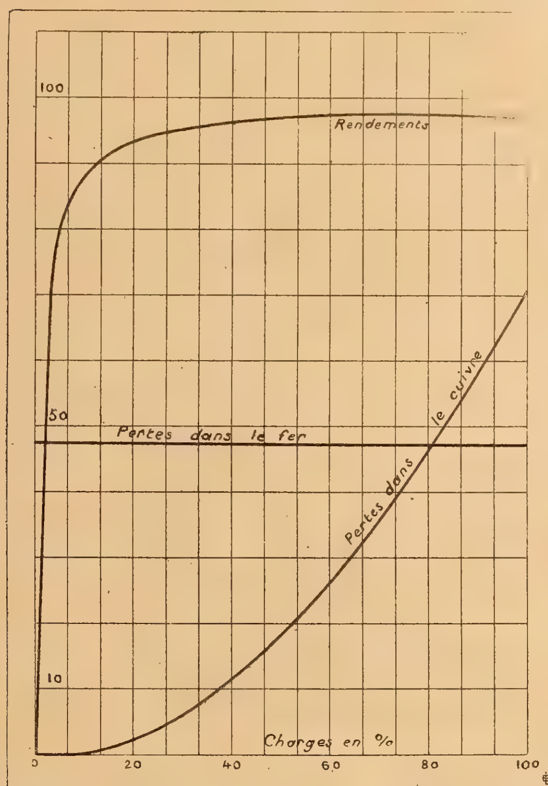


Fig. 3. — Diagramme des pertes fer et cuivre et des rendements des transformateurs aux différentes charges.

où l'on voit toujours grandiose, la réalisation prochaine d'installations à 220.000 volts. La tension de 150.000 volts est atteinte aussi en Allemagne, et la possibilité d'exploitations à 200.000 volts est envisagée. D'ailleurs, la puissance des transformateurs a atteint 60.000 kilowatts-ampères (voir *l'Electricien* du 1er août 1920).

On peut donc dire, jusqu'ici, que la valeur limite des très hautes tensions, dont un exemple d'application est fourni en France d'une part par la Compagnie des chemins de fer du Midi (usine hydro-électrique d'Eget à 120.000 volts), d'autre part, par les Usines du Louron également à 120.000 volts, ces dernières avec postes élévateurs installés en plein air, semble ne pas encore avoir atteint son apogée.

Elle a été, jusqu'à présent, en progression constante avec l'importance des puissances à transporter et l'augmentation croissante des distances imposées par les conditions des transports d'énergie dans chaque cas.

La délimitation entre les deux catégories de tensions ci-dessus n'est pas très nette. Elle peut

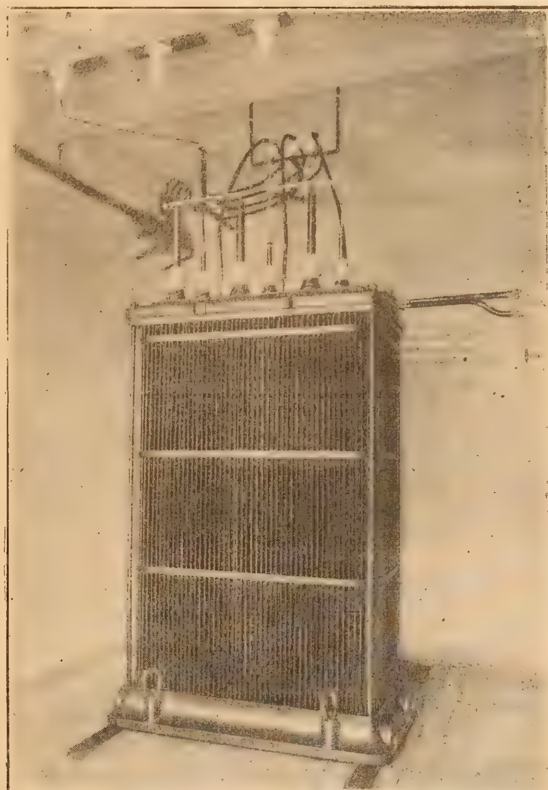


Fig. 4. — Transformateur élévateur 5.000/4.500 volts à bain d'huile à circulation d'eau (*Soc. alsacienne, Belfort*).

toutefois être basée, en quelque sorte, sur la valeur de la tension au delà de laquelle, d'une part, les phénomènes de capacité électrostatique, dont l'effet, d'abord peu marqué, prend une plus grande importance dans le régime de fonctionnement de la ligne et des appareils, et dans la production des autres phénomènes électriques ; d'autre part, lorsque la nécessité des chaînes d'isolateurs, du type à suspension, s'impose, les isolateurs ordinaires devenant absolument insuffisants.

Lorsque la nécessité de hautes tensions s'impose, les types de transformateurs auxquels on doit avoir recours sont, dans la plupart des cas, des appareils qui doivent être construits spécialement, c'est-à-dire suivant leur utilisation, leur puissance et leurs tensions primaire et secondaire.

Dans la majorité des cas, ils sont à bain d'huile et leur refroidissement se fait, soit naturellement, soit, plus souvent, par circulation d'eau, par ventilation forcée ou en plein air (fig. 5).

2° **Transformateurs de distribution.**

Ces transformateurs ont pour but d'abaisser la tension du réseau de distribution à la valeur de la tension d'utilisation aux appareils récepteurs.

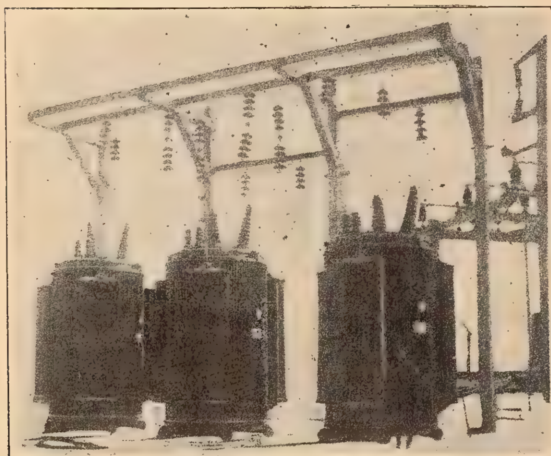


Fig. 5. — Transformateurs à bain d'huile installés dans un poste en plein air.

Les tensions primaires des réseaux de distribution sont généralement comprises aujourd'hui, entre 3.000 et 30.000 volts et les tensions d'utilisation entre 190 et 600 volts en triphasé.

Les tensions de 190 et 210 volts sont, de beaucoup, les plus employées pour alimenter à la fois les réseaux d'éclairage et de force motrice ; les tensions entre phases étant alors de 110 et 125 volts pour l'éclairage.

Ces tensions sont d'ailleurs d'emploi presque général actuellement, tant pour les consommateurs possédant un poste de transformation alimenté à haute tension que pour les réseaux de distribution à basse tension directement utilisable.

Par raison d'économie ces appareils sont quelquefois, assez rarement aujourd'hui, du type à air sec lorsqu'il s'agit de faibles puissances et de voltages peu importants ; plus généralement, ils sont à bain d'huile et à refroidissement naturel.

Les tensions de 440 à 600 volts sont employées lorsqu'il s'agit de gros consommateurs d'énergie, tel que les usines, les établissements métallurgiques, certaines grandes entreprises de transport, etc.

Les transformateurs de distribution peuvent, d'ailleurs, être classés eux-mêmes en deux catégories :

Les unités dont la puissance ne dépasse pas approximativement 200 kilovolts-ampères. Ces appareils constituent les transformateurs de distribution proprement dits. Ils sont employés pour l'alimentation des réseaux de distribution à basse tension (éclairage, force motrice) et dans les postes d'abonnés recevant l'énergie à haute tension.

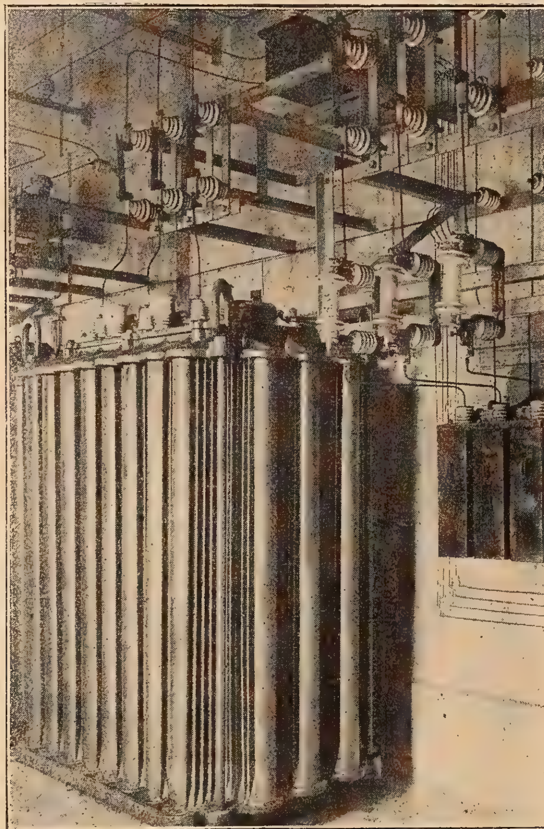


Fig. 6. — Transformateur d'un poste d'éclairage et de force type à bain d'huile à refroidissement naturel (*Compagnie française Thomson-Houston*).

Les unités dont la puissance, supérieure à celle ci-dessus, s'élève jusqu'à environ 800 kilovolts-ampères. Ces appareils conviennent aux postes de gros transformateurs lorsqu'il s'agit de l'alimentation d'appareils de grande puissance unitaire, tels les trains de laminoirs, les groupes moteurs-

générateurs, les commutatrices, les machines d'extraction à commande électrique, etc.

Signalons qu'il a été créé aux Etats-Unis, dans ces dernières années, un nouveau type de transformateur de petite puissance pour permettre la distribution de l'énergie dans les petites localités traversées par les lignes de transport à très haute tension et dont le point neutre est mis à la terre. Il s'agit, notamment, d'un transformateur abaisseur pouvant être branché sur une ligne à 60.000 volts.

Ce transformateur est du type monophasé. Une extrémité de l'enroulement du primaire est connectée en permanence au noyau du circuit magnétique et au bac à huile du transformateur; une borne, fixée à la masse de ce dernier, permet de relier la masse de l'appareil au point neutre de la ligne à haute tension. Une douille isolante est fixée à l'autre extrémité du primaire du transformateur, elle sert à relier cette deuxième extrémité du circuit primaire à un conducteur quelconque de la ligne à 60.000 volts.

CLASSIFICATION DES TRANSFORMATEURS DE DISTRIBUTION SUIVANT LE MODE DE FONCTIONNEMENT

Les transformateurs construits actuellement ont un rendement, à pleine charge et pour un facteur de puissance très voisin de l'unité, qui peut varier de 96 à 98,5 % pour des unités dont les puissances sont comprises entre 10 et 1.000 kilovolts-ampères. (Un transformateur de 60.000 kilovolts-ampères a donné, aux essais, un rendement de 99,07 %. Voir *l'Electricien* du 1er août 1920).

Les pertes occasionnées par les transformateurs sont donc très faibles.

Malgré cela et la propriété que présentent les transformateurs de donner leur rendement maximum pour des charges différentes suivant les cas où ils sont employés, il n'est pas toujours possible, dans la pratique, de réaliser les conditions de fonctionnement pour lesquelles le rendement de ces appareils est maximum.

On doit alors chercher à tirer de ces appareils le meilleur rendement annuel possible, surtout lorsqu'il s'agit de réseaux très étendus, alors que l'énergie se trouve souvent transformée plusieurs fois, en passant successivement par plusieurs transformateurs.

Les pertes dans le fer des transformateurs sont aujourd'hui très réduites par l'emploi des tôles à grande résistivité, à haute perméabilité et à faible hystérésis. Quant aux pertes dans le cuivre, les bobinages de ces appareils sont établis suivant leur mode de fonctionnement, qui varie avec le service qu'ils doivent assurer.

D'après cela, et dans les cas courants des réseaux de distribution, les maisons de construction ont classé leurs transformateurs, au point de vue du rendement, suivant trois types, chacun de ces types ayant son maximum de rendement pour une charge donnée. C'est ainsi qu'il est établi par les constructeurs :

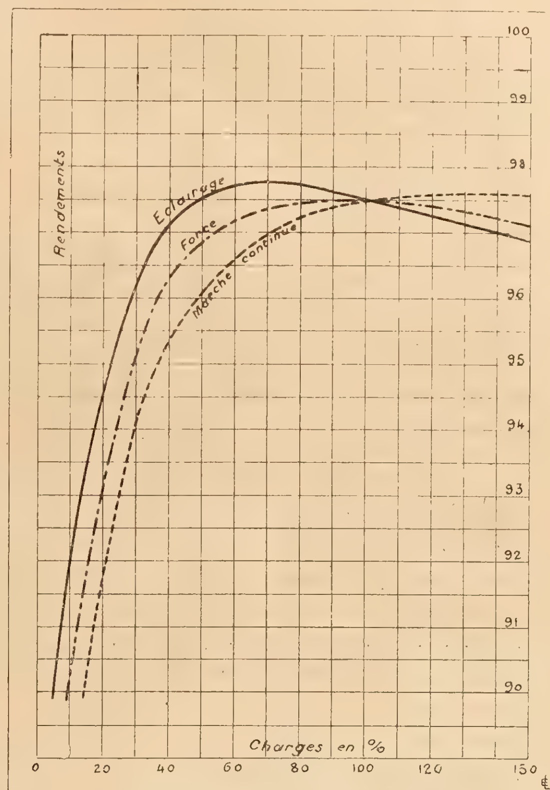


Fig. 7. — Diagramme pour le choix des transformateurs d'après leurs rendements et pertes et suivant leurs applications.

1° Les transformateurs pour fonctionnement à marche continue, c'est-à-dire marchant sans interruption pendant vingt-quatre heures à pleine charge.

2° Les transformateurs pour distribution de force motrice et prévus pour marcher pendant dix heures consécutives à pleine charge.

3° Les transformateurs pour distribution d'éclairage et petite force motrice, à service intermittent (boulangerie, charronnage, etc.). Ces appareils sont généralement prévus pour fonctionnement à pleine charge pendant six heures consécutives sur vingt-quatre heures de fonctionnement sans arrêt.

Pour réaliser ces conditions de fonctionnement, les ateliers de construction de matériel électrique ont établi des courbes correspondant aux diffé-

***

rents cas ci-dessus (voir fig. 7) en fonction des charges permettant d'obtenir le type de transformateur convenable dans chaque cas.

Les transformateurs de la première catégorie sont spécialement adaptés aux industries nécessitant un service de jour et de nuit : usines métallurgiques, mines, produits chimiques et, en général, les usines à feu continu.

Le rendement moyen de ces appareils se répartit sur les vingt-quatre heures de fonctionnement; il correspond au rendement à pleine charge. Ils sont établis pour que leur rendement maximum soit obtenu au voisinage de la pleine charge.

Les transformateurs de la deuxième catégorie, employés plus spécialement pour les usines ou ateliers fonctionnant pendant le jour à raison de huit à dix heures par journée de travail, sont prévus pour que le rendement moyen journalier, réparti sur cette durée de fonctionnement, soit le plus élevé possible.

Lorsqu'il s'agit d'assurer un service d'éclairage, comme dans le troisième cas ci-dessus, la marche à vide se répartissant sur dix-huit heures consécutives, comme cela se présente souvent, le rendement moyen journalier, c'est-à-dire pour vingt-quatre heures de marche sans arrêt, est celui qui importe seul.

Ce rendement moyen, qui est différent, évidemment, du rendement maximum des appareils, est d'autant plus élevé que les pertes dans le fer des transformateurs sont plus faibles et que la valeur de la charge moyenne pour vingt-quatre heures de fonctionnement se rapproche davantage de la charge qui correspond au maximum de rendement.

On voit, dès lors, qu'un transformateur pour l'éclairage devra, pour être économique, avoir son maximum de rendement à pleine charge et que ce rendement doit rester excellent à faible charge ou même à vide, puisque c'est dans cette dernière condition qu'il doit fonctionner le plus souvent.

(à suivre). R. SIVOINE.

MESURES ET ESSAIS

Mesure de la puissance des moteurs électriques

au moyen des dynamos dynamomètres.

L'emploi des dynamos freins dans la mesure de la puissance fournie sur l'arbre d'un moteur électrique se ramène à la mesure d'un couple et d'une vitesse. Le frottement est remplacé par les réactions électromagnétiques qui tendent à entraîner les carcasses inductrices dans le sens du mouvement.

Une dynamo frein est constituée en principe par une carcasse inductrice oscillante. Pour les petites puissances on peut employer un disque de cuivre calé sur l'arbre entraîné par le moteur et placé au centre d'une carcasse inductrice mobile autour de son axe. Lorsqu'on envoie du courant dans les inducteurs, des courants de Foucault s'induisent dans le disque de cuivre et les réactions électromagnétiques tendent à entraîner l'inducteur. On équilibre le couple moteur au moyen de poids placés à l'autre extrémité.

La puissance étant égale à $C\omega$, C étant le coupl et ω la vitesse angulaire $\left(\omega = \frac{2\pi N}{60}\right)$, on peut appliquer la même formule que celle employée dans l'essai au frein de Prony

$$W \text{ en kgm} = \frac{Pl \times 2\pi N}{60} \text{ ou en chevaux } \frac{Pl \times 2\pi N}{60 \times 75}$$

Il est évident que pour les grosses puissances il faut renoncer à employer un disque de cuivre, celui-ci s'échauffant trop, et il faut avoir recours à la dynamo frein telle qu'elle est employée actuellement dans les plateformes d'essais. A titre documentaire, on peut noter qu'il est possible de dissiper lorsqu'on emploie un disque de cuivre 20 à 30 watts par décimètre carré.

Une dynamo frein est constituée comme une dynamo ordinaire par une partie fixe ou inducteur et par une partie mobile ou induit.

D'après la loi de Lenz, le déplacement des conducteurs dans le champ magnétique créé par l'inducteur engendre des courants induits qui tendent à s'opposer à la cause qui leur donne naissance; il en résulte que l'induit tendra à entraîner l'inducteur dans son mouvement par suite de réactions magnétiques. Ce sont ces réactions magnétiques qu'il s'agit de mesurer, et, pour y parvenir, il suffit de pouvoir à tout instant équilibrer le couple électromagnétique produit.

La puissance fournie sur l'arbre par le moteur accouplé à la dynamo frein se transforme, d'une part, en *puissance mécanique :* pertes par frottement, par ventilation, par résistance de l'air, et en

puissance électrique : pertes par effet joule dans l'induit, pertes d'excitation dans le cas de dynamo shunt ; pertes par hystérésis et courants de Foucault et enfin puissance fournie aux bornes de la dynamo absorbée dans des résistances.

L'effort correspondant à cette puissance totale est transmis intégralement par réaction électromagnétique au levier ; il est évident toutefois que si l'excitation de la dynamo est indépendante, la puissance correspondante n'est pas transmise au levier.

Les pertes mécaniques (frottements des tourillons dans les paliers, des balais sur le collecteur) sont de même transmises intégralement au levier par réactions mécaniques. Seules les pertes par ventilation de l'induit ne sont pas transmises, mais étant en général minimes, elles entraînent une erreur très faible et peuvent être négligées. Si l'on tient à un essai précis on peut du reste en tenir compte en traçant la courbe de leur valeur en fonction de la vitesse.

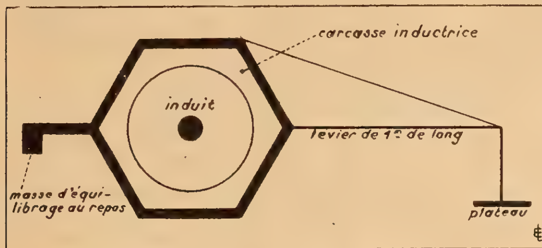


Fig. 1.

Pratiquement, la carcasse inductrice oscillante autour de son axe porte un levier à l'extrémité duquel est accroché un plateau destiné à supporter les poids (fig. 1).

Pour essayer un moteur, il suffit de l'accoupler directement à la dynamo frein à l'aide d'un manchon élastique. Lorsque le moteur est lancé on charge le plateau jusqu'à ce que l'équilibre soit obtenu.

La puissance en chevaux est alors donnée par la formule indiquée plus haut.

$$W_{HP} = \frac{2\pi P l N}{60 \times 75} = 0{,}0014\ P l N$$

(exactement 0,001396 PlN).

P étant le poids en kilogrammes placé sur le plateau,

l la longueur du bras du levier en mètres,

N le nombre de tours-minutes,

l étant constant, la formule est de la forme

$$W = K P N$$

Pour se rendre compte de la position d'équilibre, on peut fixer une aiguille sur la partie fixe du roulement à billes et un secteur gradué mobile sur la partie oscillante.

Si on emploie une règle graduée munie d'un contrepoids mobile, il suffit dans ce cas de déplacer ce contrepoids pour obtenir le réglage pendant la marche.

On a alors l'équation d'équilibre :

$$W = 0{,}0014\ (Pl + P'l')\ N$$

On peut éviter de calculer le moment supplémentaire $P'l'$ en graduant le levier en grammes et en reportant ce moment au plateau, il suffit dans ce cas de placer des poids variant par exemple de 10 en 10 kilogrammes ; la position du curseur sur le levier gradué de 0 à 10 kilogrammes ndiquera les fractions supplémentaires.

Le curseur étant (fig. 2) au point A (0 kg), l'équation d'équilibre est :

$$p'l' = PL + \pi G + P'l \qquad (1)$$

Pour la position B (10 k.), on a de même :

$$p'l' + C = Pl + \pi G + P'L' \qquad (2)$$

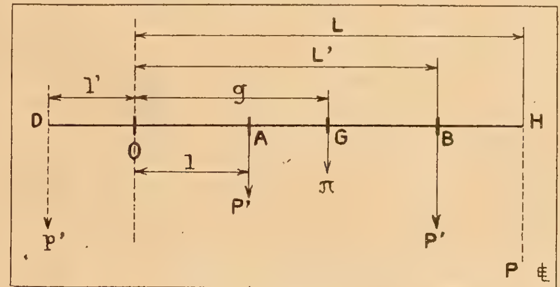


Fig. 2.

En retranchant membre à membre les équations (1) et (2), on obtient :

$$C = P'(L' - l)$$

Reportons ce couple C en H et appelons P″ le poids correspondant, nous obtenons :

$$C = P'' L = P'(L' - l)$$

d'où
$$P'' = \frac{P'(L' - l)}{L}$$

En se donnant L′ et l correspondant aux positions extrêmes du curseur, on peut déterminer très facilement le poids P′ du curseur pour un poids supplémentaire P″ donné.

La mesure de la vitesse peut se faire au moyen d'un tachymètre, d'un cinémomètre à lecture directe ou, à défaut, à l'aide d'un compte tours. Le compte tours Hamsler convient parfaitement bien pour ce genre d'essais.

On peut se dispenser de tenir compte de la constance K dans la mesure de la puissance ($W = KPN$) en graduant le dynamomètre en $\frac{2\pi l}{60 \times 75}$ kgm au lieu de le graduer en kilogrammes. Le produit des deux lectures (dynamomètre et vitesse en tours minute) donne alors directement la puissance.

Il est intéressant de se rendre compte de l'approximation à laquelle on peut arriver à l'aide de la dynamo frein et nous ne saurions mieux faire que de préconiser la méthode exposée il y a une dizaine d'années par M. Iglésis.

Soit $W = KPlN$ (1)

la formule de la puissance établie plus haut, nous allons calculer l'erreur relative que l'on peut commettre dans la mesure d'une puissance; cette erreur étant d'un ordre assez petit par rapport à la quantité à mesurer, peut être considérée comme la différentielle de cette quantité.

Differentions (1)

$$dW = KlN\,dP + KPN\,dl + KPl\,dN.$$

L'erreur relative est par suite égale à

$$\frac{dW}{W} = \frac{dP}{P} + \frac{dl}{l} + \frac{dN}{N}$$

L'erreur relative commise est donc égale à la somme des erreurs relatives des différentes mesures.

Supposons que nous ayons obtenu lors d'un essai avec une dynamo frein les résultats suivants :

$P = 12$ kgs $N = 1.225$ t. m. $l = 1$ mètre.

La puissance est par suite égale à

$0{,}001396 \times 12 \times 1 \times 1225 = 20$ HP, 52.

L'erreur que l'on peut faire pour la détermination exacte de P dépend de la sensibilité de la suspension. Pour déterminer cette sensibilité on note le poids qu'il est nécessaire de placer sur le plateau pour rompre l'équilibre, la dynamo étant à l'arrêt et tarée.

Dans l'essai supposons que nous ayons trouvé 150 grammes; en remarquant qu'industriellement on n'emploie pas des poids inférieurs à 50 grammes, soit 25 grammes en plus ou en moins, on a :

$$dP = 175$$

d'où $$\frac{dP}{P} = \frac{175}{12.000} = 0{,}0145.$$

La longueur du bras de levier peut être considérée comme étant par construction exacte à au moins 1 millimètre près.

$$\frac{dl}{l} = \frac{1}{1.000} = 0{,}001.$$

La lecture de la vitesse peut être faite à 10 tours près, d'où :

$$\frac{dN}{N} = \frac{10}{1.225} = 0{,}0081.$$

On a donc une erreur totale de :

$$\frac{dW}{W} = 0{,}0145 + 0{,}001 + 0{,}0081 = 0{,}0236, \text{ soit } 2{,}7\,\%.$$

La puissance relevée peut donc être considérée exacte à 2,7 % près.

On peut facilement tracer la courbe des pertes mécaniques (frottement des tourillons, des balais, ventilation de l'induit) en fonction de la vitesse.

En faisant tourner une dynamo à vide, à excitation indépendante, la puissance électrique fournie aux bornes représente les pertes par hystérésis et courants de Foucault, les pertes par effet joule dans l'induit étant négligeables et les pertes mécaniques (frottement et ventilation).

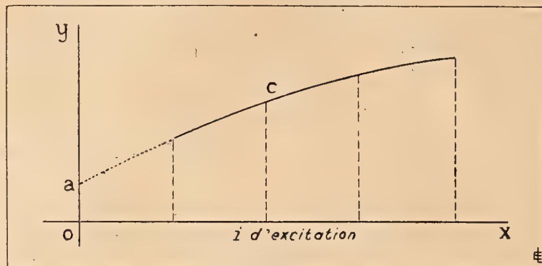


Fig. 3.

On obtient en portant en abcisses les ampères d'excitation et en ordonnées la valeur de la puissance fournie aux bornes une courbe C qui extrapolée jusqu'à l'origine donne les pertes mécaniques O A car à ce moment l'induction étant nulle les pertes magnétiques le sont aussi et O A représente bien les pertes mécaniques (fig. 3).

On peut aussi employer la méthode de Hummel qui consiste à faire tourner la dynamo en moteur à vide en réduisant simultanément la d. d. p. aux

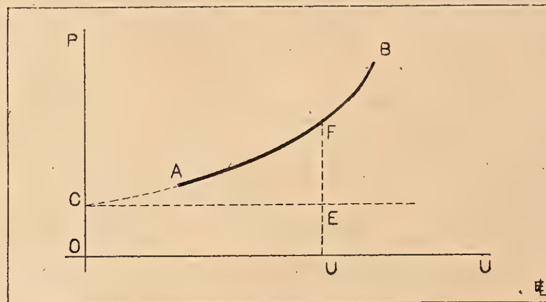


Fig. 4.

bornes et l'excitation de façon que la vitesse demeure constante, de cette façon la perte totale par effets parasites décroît progressivement, mais les frottements restent sensiblement constants.

En portant en ordonnées l'ensemble des pertes moins la perte par effet joule dans l'induit

$$P = UI - RI^2.$$

(R étant la résistance de l'induit) et en abcisses la tension aux bornes, on obtient une courbe A B qui extrapolée jusqu'à l'axe vertical donne en O C à l'échelle du graphique la perte de puissance due aux frottements : cette perte est constante; les pertes parasites correspondant à la tension normale sont donc données par E F (fig. 4).

En opérant à plusieurs vitesses, il est possible de tracer la courbe des pertes mécaniques totales en fonction de la vitesse.

Frottement des tourillons.

Le poids de l'induit de la dynamo ayant servi à l'essai étant de 100 kilogs, prenons un coefficient de frottement de 0,04. Le diamètre du tourillon est de 50 millimètres.

$$T_f = \frac{\pi N d P f}{60} = \frac{3,14 \times N \times 0,050 \times 100 \times 0,04}{60} = $$
$$= 0,01047\ N.$$

Frottement des balais sur le collecteur.

Sur le collecteur il y avait douze balais en charbon de 20×15, soit 3 centimètres carrés.

Surface totale $= 12 \times 3 = 36$ centimètres carrés.

Pression par centimètre carré 100 grammes.

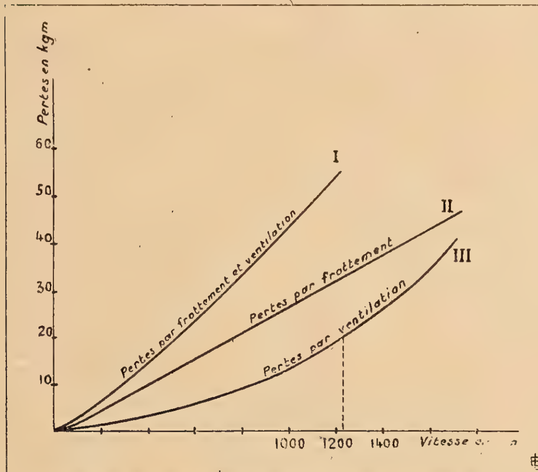


Fig. 5.

Cœfficient de frottement 0,25.

Diamètre du collecteur 125 millimètres.

Les pertes par frottement mécanique seront donc égales à

$$T_f = \frac{\pi N d P f}{60} = \frac{3,14 \times N \times 0,0125 \times 36 \times 0,25}{60} \times$$
$$\times 0,100 = 0,000588\ N.$$

Les pertes totales par frottement mécanique sont donc égales à

$$P_f = (0,01047 + 0,000588)\ N = 0,011058\ N.$$

N étant la vitesse en tours minute — P_f est obtenu en kilogrammes.

La différence des ordonnées des courbes I et II permet de tracer la courbe III qui réprésente les pertes par ventilation de l'induit en fonction de la vitesse (fig. 5). D'après cette courbe pour une vitesse de 1225 t. minute les pertes par ventilation sont d'environ 19 kgm., soit :

$$\frac{19}{20,52 \times 75} = \frac{19}{1.539} = 0,012, \text{ soit } 1,2\ \%\ \text{environ.}$$

On peut donc compter avec les dynamos freins sur une approximation de l'ordre de 3,5 % environ.

Avec une dynamo tarée, la puissance fournie sur l'arbre est donnée par la formule :

$$W = \frac{E\ I}{736 \times \rho}$$

E étant la tension aux bornes,

I l'intensité,

ρ le rendement,

L'erreur relative sera par suite égale à

$$\frac{dW}{W} = \frac{dE}{E} + \frac{dI}{I} + \frac{d\rho}{\rho}.$$

L'erreur que l'on est susceptible de faire sur E et sur I dépend de l'exactitude des appareils et

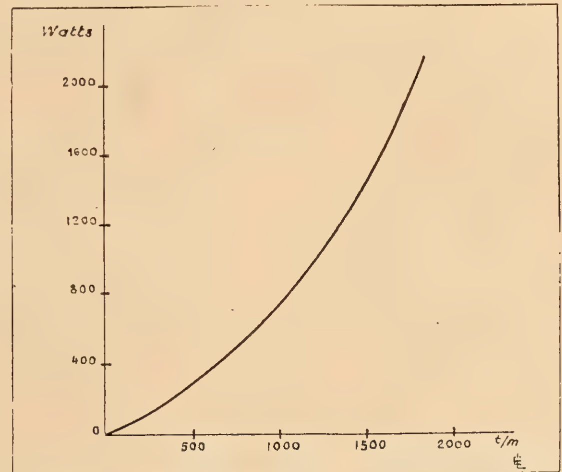


Fig. 6.

de l'approximation des lectures. On peut compter dans les lectures sur une erreur de 1 %

d'où $\quad \frac{dE}{E} = \frac{1}{100} \qquad \frac{dI}{I} = \frac{1}{100}.$

Si le rendement est exact à 1 % près, on a :

$$\frac{dW}{W} = \frac{1}{100} + \frac{1}{100} + \frac{1}{100} = 3\ \%.$$

Ordinairement on ne possède qu'une courbe de rendement établie pour la vitesse normale (fig. 6).

Pour des vitesses différentes, l'erreur relative du rendement est plus forte.

Calculons $\frac{d\rho}{\rho}$ à 600 et à 1.200 tours minute.

Les pertes à vide d'après la courbe de la figure 6 sont sensiblement égales à 400 watts pour une vitesse de 600 tours minute.

Prenons un essai à 100 ampères, nous aurons avec une résistance d'induit égale à 0 w., 020 :

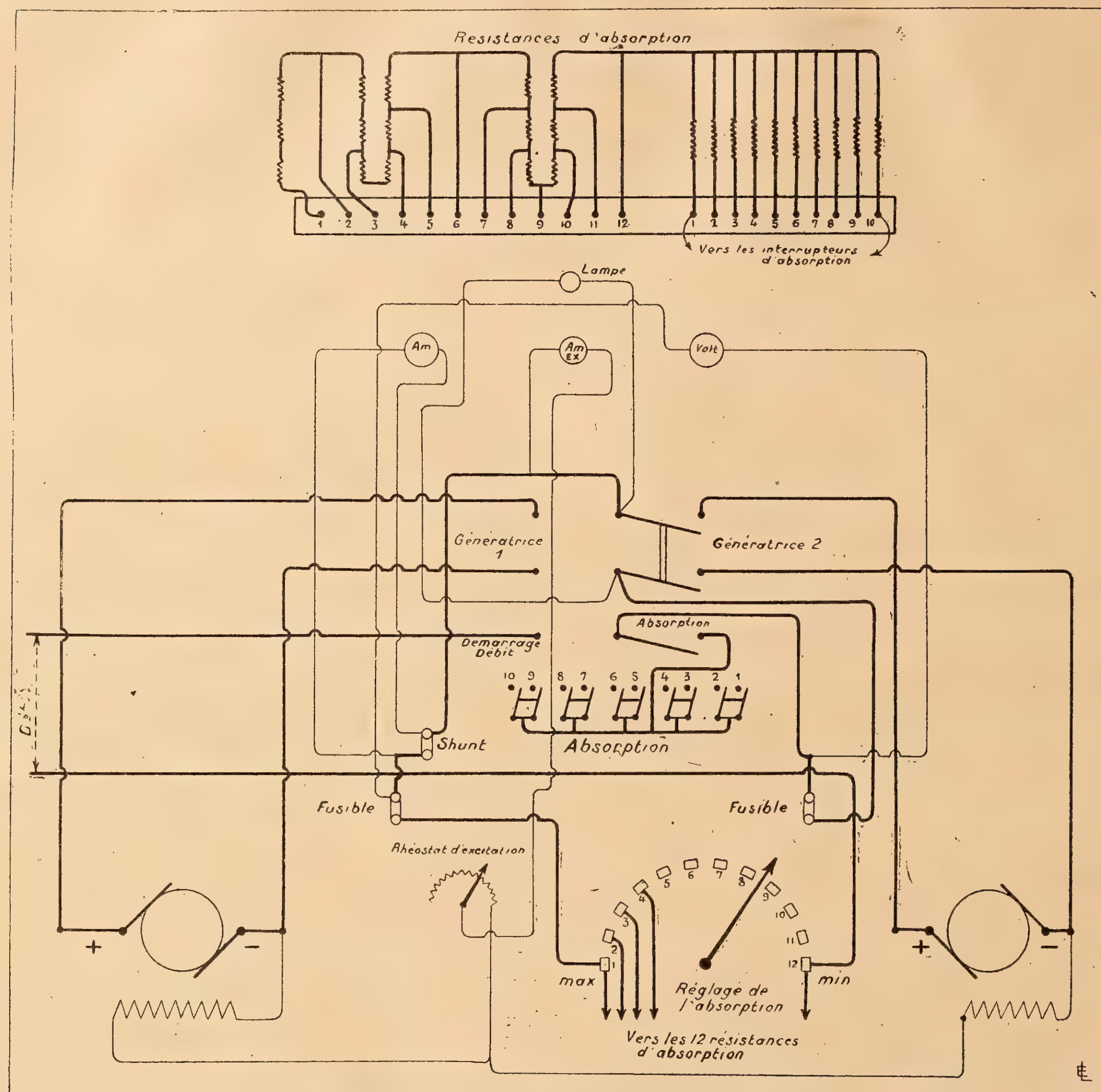


Fig. 7. — Schéma d'une installation d'essai.

Σ des pertes $= 400 + 0{,}020 \times 100^2 = 600$ watts.

L'excitation étant maintenue sensiblement constante, la d. d. p. aux bornes est d'environ 60 volts d'où

$$\rho = \frac{100 \times 60}{100 \times 60 + 600} = 90\,\%.$$

A 1.200 tours minute les pertes à vides sont égales à 1.200 watts.

Σ des pertes $= 1.200 + 0{,}020 \times 100^2 = 1.400$ watts.

$$\rho = \frac{100 \times 120}{100 \times 120 + 1.400} = 87{,}5\,\%.$$

Le rendement a donc varié de 2,5 % environ.

A 50 ampères, le rendement varie de 83 % à 77 %, soit 5,5 % entre 600 et 1.200 tours minute.

A 25 ampères, le rendement varie de 8 % entre 600 et 1.200 tours minute.

Et à 10 ampères, le rendement varie d'environ 9 à 10 %.

A pleine charge, le rendement est à peu près constant.

Il est bon avec une dynamo tarée dont on n'utilise qu'une seule courbe de rendement, de marcher

aux environs de la pleine charge afin d'éviter des erreurs assez importantes et de maintenir l'excitation à peu près constante.

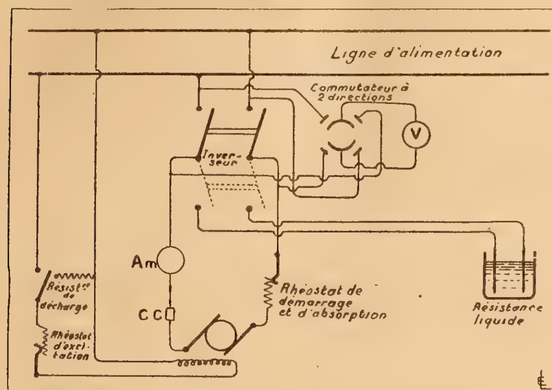


Fig. 8.

Avec les dynamos shunt le courant d'excitation variant du simple au double lorsqu'on travaille avant la partie horizontale de la caractéristique d'induction, le flux inducteur et par suite les pertes magnétiques varient dans de grandes limites, limites qui ne permettent pas d'évaluer l'approximation des mesures sans de grandes difficultés; on se heurte aux mêmes inconvénients si l'excitation ne peut être maintenue constante et même dans ce cas les ampères tours de réaction d'induit produisent une distorsion du champ ; celui-ci se trouvant affaibli à la corne polaire avant et renforcé à la corne polaire arrière.

Il existe, en outre, une autre cause d'erreur difficile à évaluer, c'est celle qui résulte des pertes par hystérésis et courant de Foucault qui sont fonctions de l'induction maxima et varient par suite avec la charge.

En résumé, il est toujours préférable d'employer les dynamos dynamomètres, étant donné que les courbes des dynamos tarées ne sont établies, en général, que pour une vitesse donnée et que le courant d'excitation n'est pas maintenu rigoureusement constant.

Pour terminer, nous dirons que les courbes de rendement doivent être établies, non en fonction de la puissance aux bornes mais en fonction de l'intensité débitée, car les pertes par effet Joule dans l'induit croissent comme le carré de l'intensité et modifient par suite la valeur du rendement.

Les schémas (fig. 7 et 8) représentent les connexions à réaliser pour le montage de dynamos dynamomètres.

M. MARRE,
Ingénieur électricien E. T. P.

EXTRAITS — COMPTE-RENDUS

Applications de la lampe à trois électrodes
aux essais et mesures.

La lampe à trois électrodes offre plusieurs applications pratiques dans la laboratoire de physique et celui d'électricité, indépendamment de son utilité en radiotélégraphie. Elle peut servir en particulier pour la mesure des hautes tensions soit directes, soit alternatives.

Une méthode simple consisterait à connecter une lampe à deux électrodes (ou une lampe à trois électrodes avec la grille reliée à l'anode) à la source à mesurer. Le filament de la lampe sera chauffé par un accumulateur. Si la source est continue les connexions seront faites de façon à rendre l'anode positive. Normalement un courant anodique passera dans la lampe. Si cependant, nous insérons en série avec la lampe une batterie de force électromotrice variable et un galvanomètre, nous pourrons régler la batterie jusqu'à ce qu'aucun courant ne circule dans le galvanomètre. La force électromotrice de la batterie sera égale à la force électromotrice que l'on veut mesurer. Cette méthode évidemment ne convient pas pour les hautes tensions : on ne peut songer à avoir une batterie de 1.000 ou 10.000 volts.

M. Scott-Taggart a donné dans *The Electrician* une méthode simple de mesure des hautes tensions, en particulier celles de haute fréquence. Une lampe à trois électrodes est connectée entre les points Y et Z de la différence de potentiel à mesurer. Un milliampèremètre ou galvanomètre A est connecté en série avec la lampe comme l'indique la figure 1. Il s'agit maintenant de régler la grille à un potentiel négatif empêchant juste le passage du courant à travers la lampe qui fonctionne alors comme un voltmètre de résistance infinie. Quand le curseur S sur la résistance R de potentiomètre est disposé de façon à annuler le courant à travers

A, la tension sur la grille est mesurée par V. La tension à travers YZ est directement proportionnelle à la tension indiquée par V. Pour obtenir la tension à travers YZ, il suffit donc de multiplier la tension de V par une constante qui sera très peu inférieure au facteur d'amplification de la lampe. Cette constante peut d'ailleurs être déterminée expérimentalement en plaçant, par exemple,

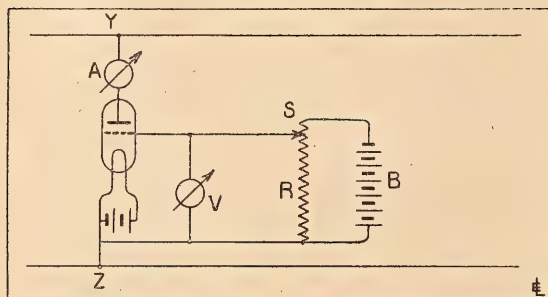


Fig. 1.

100 volts entre Y et Z et en règlant la tension de grille de façon à annuler le courant dans A. La proportion une fois établie est indépendante de la force électromotrice à travers Y Z et presque indépendante du courant de chauffage. Quand il s'agit de mesurer de hautes tensions, l'impédance de la lampe doit être très élevée et la grille composée d'un réseau très serré de fils. Si le facteur d'amplification de la lampe est 200, il suffira d'une batterie B de 10 volts pour mesurer des différences de potentiel allant jusqu'à 2.000 volts. Si l'on ne veut pas employer le voltmètre V, la résistance R pourra être étalonnée en volts pour correspondre aux potentiels entre Y et Z. Si les potentiels entre Y et Z sont alternatifs ou oscillants, et si S est réglé jusqu'à ce qu'il n'y ait aucune déviation en A, on obtient la tension maximum. On peut de la même façon obtenir le potentiel maximum en haute fréquence d'une antenne. La réactance du voltmètre peut être négligée en général.

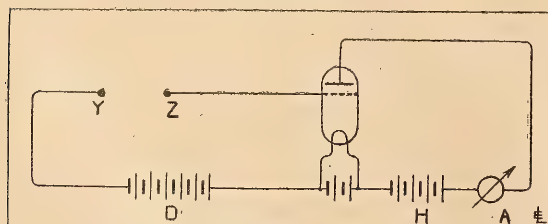
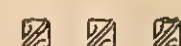


Fig. 2.

Essais d'isolement. — La figure 2 montre un autre dispositif très pratique pour vérifier l'isolement des condensateurs et autres appareils. Dans le circuit de plaque d'un triode se trouve un milliampèremètre A et une batterie anodique H. Le circuit de grille contient une batterie D dont la borne positive est conncectée au filament. Le circuit de grille est coupé aux points Y et Z. L'intensité à travers A est notée. Le condensateur ou l'appareil à vérifier est conncecté entre Y et Z et l'on fait une seconde lecture de A. Si les chiffres obtenus sont sensiblement les mêmes, l'isolement peut être considéré comme infini. Le plus petit défaut d'isolement sera indiqué par une diminution d'intensité dans A. L'explication en est simple. Si la résistance à travers Y Z est infinie le potentiel négatif de D n'affecte pas la grille dont le potentiel est tel que la courant de grille soit zéro (d'ordinaire — 0,75 volts). Si l'on place entre Y Z une résistance finie, mais très grande, la grille atteindra un potentiel négatif correspondant à la force électromotrice de D puisqu'il n'y a pas de chute de potentiel dans le circuit de grille, le courant de grille étant pratiquement nul. Le potentiel négatif communiqué par la résistance à la grille entraîne la diminution du courant anodique. A l'aide de ce dispositif, l'auteur a trouvé incidemment très exactement la température à laquelle le verre commence à devenir conducteur. M. G.



Le yardomètre.

Nous nous proposons de décrire succinctement un appareil intéressant rencontré à l' « Exposition anglaise annuelle de Physique et d'Optique ». Cet instrument appelé le yardomètre (le yard unité de longueur anglaise = 0 m. 914) a pour but, comme son nom l'indique, la mesure facile de la longueur de câble enroulée sur un tambour ou une bobine. On a souvent besoin de connaître la longueur de câble enroulée sur un tambour sans avoir à le dérouler et à le faire passer dans une machine à mesurer. L'instrument est tel qu'un simple ouvrier, sans aucune connaissance technique, puisse mesurer la longueur de câble par une simple opération mécanique. Il peut aussi être utilisé pour indiquer la position approximative d'un défaut dans un câble enroulé sur un tambour.

L'instrument comprend une manivelle faisant tourner un cylindre sur lequel l'échelle en yards est portée, un certain nombre de résistances compensatrices correspondant aux diverses grosseurs de câbles, un galvanomètre et un commutateur. Lorsqu'on veut essayer un câble d'un certain diamètre, on introduit à l'aide d'une fiche la résistance correspondant à ce diamètre, on fait tourner la manivelle et l'on appuie sur le commutateur jusqu'à ce que l'aiguille du galvanomètre demeure stationnaire ; il suffit alors de lire sur l'échelle la

longueur en yards. L'opération entière peut être effectuée en quelques secondes, la galvanomètre étant un instrument à zéro central; l'opérateur voit donc de suite dans quel sens il doit tourner la manivelle.

L'instrument fonctionne suivant le principe du pont de Wheastone (fig. 1). Sur la figure, A est une des résistances correspondant aux divers

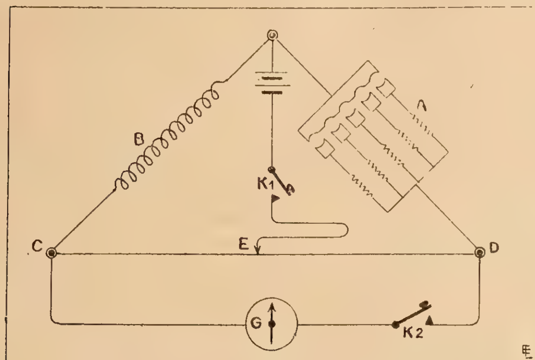


Fig. 1.

diamètres de câbles; B est le câble à essayer; CD est un fil de 25 mètres de longueur enroulé sur un tambour et sur lequel se déplace un curseur E entraîné par la manivelle qui fait tourner le tambour. G est un galvanomètre sensible et K_1 et K_2 sont les commutateurs de la batterie et du galvanomètre, tous deux commandés par le même bouton. La longueur exacte du câble est indiquée sur le cadran quand le rapport $\frac{B}{A} = \frac{CE}{DE}$ ce qui a lieu quand l'aiguille du galvanomètre demeure stationnaire quand on appuie sur le commutateur.

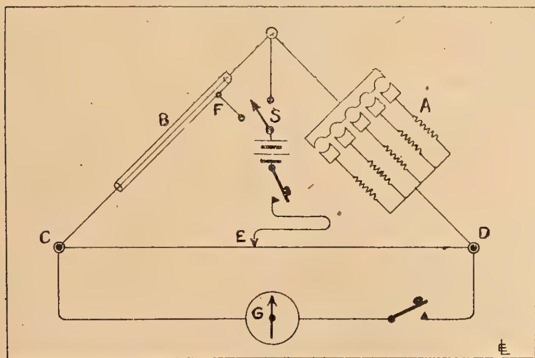


Fig. 2.

La figure 2 montre le fonctionnement de l'instrument quand on l'emploie pour localiser les défauts. Supposons qu'un défaut existe en F. La longueur de câble est d'abord mesurée sur la machine comme nous l'avons expliqué, puis à l'aide du commutateur à deux directions S, la jonction du pont est portée de l'extrémité du câble au défaut faut F. La manivelle est ensuite manœuvreé jusqu'à ce que l'aiguille soit au repos, c'est-à-dire que :

Distance réelle jusqu'à F en yards :

$$\frac{\text{distance observée} \times (L + 110)}{\text{distance observée} + 110}$$

où L = longueur du câble en yards.

Supposons par exemple que la longueur du câble soit de 220 yards et qu'avec le commutateur sur F on ait obtenu l'équilibre à 80 yards. On a alors :

Distance réelle jusqu'à F en yards :

$$\frac{80 \times (220 + 110)}{80 + 110} = 139 \text{ yards.}$$

L'instrument sera particulièrement utile pour repérer les défauts dans les câbles immergés dans des réservoirs d'essai, quand le câble n'a pas de gaine métallique.

L'opération dans ce dernier cas est facilitée en jetant dans l'eau une ou deux poignées de sel dans le voisinage du câble pour réduire la résistance de l'eau.

M. G.



Recherche des sections d'induit inversées.

Une méthode balistique très simple pour la recherche des sections d'induit à connexions inversées a été donnée par *l'Electrical World*. Le dispositif comporte une bobine de self de 3.000 spires que l'on pose sur l'induit à essayer; cette bobine est reliée à une ligne de courant continu par l'intermédiaire d'un interrupteur. On relie deux barres successives du collecteur à un millivoltmètre ou à tout autre appareil construit pour de faibles tensions. En fermant et surtout en ouvrant brusquement l'interrupteur, on crée des oscillations de l'aiguille du voltmètre, oscillations qui se produisent dans un sens ou dans l'autre suivant que la section essayée est connectée dans un sens ou dans l'autre. On s'aperçoit donc immédiatement si l'une des sections présente une inversion des connexions.

On peut aussi, à l'aide de ce dispositif, vérifier si les sections comportent toutes le même nombre de spires. Il suffit de comparer entre elles les déviations observées : une variation dans l'amplitude de ces déviations indique une différence dans le nombre des spires des sections.

M. G.

Informations.

Autorisations. — Concessions.

Doubs et Jura. — La Société des Forces motrices de La Loue a demandé la concession d'un réseau de distribution d'énergie électrique aux services publics, s'étendant sur les départements du Doubs et du Jura, en traversant les communes ci-après :

Dans le département du Doubs :

Besançon, Morre, Fontain, La Vèze, Saône, Tarcenay, Les Grateries, Foucherans, Trépot, Charbonnières, Guyan-Durnes, Durnes, Lavans-Vuillafans, Echevannes-Lods, Mouthier, Renedale, Oukans, Evillers, Goux-les-Usiers, Bians, Sombacour, Chapelle d'Huin, Chaffois, Bulle, Bannans, Sainte-Colombe, Granges-Narboz, La Planée, Malpas, Les Grangettes, Saint-Point, Granges-Sainte-Marie, Dampierre, Frasnes, La Rivière, Vouverans, Bonnevaux, Courvières, Boujailles, Aubonne, Arc-sur-Cicon, Saint-Gorgon, Bugny, La Chaux-de-Gilley, Gilley, Vuillecin, Dommartin, Houtaud, Doubs, Pontarlier, La Cluse et Mijoux, Oyet et Fallet, Montperreux, Quingey, Lombard, Liesle, Buffard, Arc et Senans, Sainte-Anne, Villeneuve d'Amont, Arc-sur-Montenot, Villers-sur-Chalamont, Le Grouzet, Gevresin, Nans-sur-Sainte-Anne, Myon, Echay, Doulaize, Refranche, Coulans, Etrenoz, Monmahon, Labergement-du-Navois, Granges-Maillot, Levier.

Dans le département du Jura :

Champagne-sur-Loue, Cramans, Villers-Farlay, Ecleux, Chamblay, Mouchard, Pagnoz, Marnoz, Salins, Saint-Thiébaud, Bracon, Clucy, Géraise, Lemuy, Vers-en-Montagne, Lombard, Chapois, Supt, Les Nans, Charency, Doye, Mournans, Billecul, La Favière, Gillois, La Latette, Cerniébaud, Arsure-Arsurette, Fraroz, Onglières, Plénisette, Plénise, Esserval, Ceriseau, Cuvier, Nozeroy, Mièges, Rix-Trébief, Molpré, Essavilly, Froidefontaine, Mignovillard, Petit-Villard, Bief du Fourg.

Charente. — Aux termes d'un arrêté en date du 5 avril 1922, le concessionnaire de la distribution d'énergie électrique dans la commune de Segonzac (Charente) a été déclaré déchu de la concession qui lui avait été accordée le 20 juin 1920.

Charente-Inférieure. — La Société d'Electricité de Surgères, Aigrefeuille, Mauzé et extensions a sollicité le 5 février dernier, l'autorisation d'établir, sous le régime des permissions de voirie, une ligne d'énergie électrique destinée à relier entre eux les postes de transformation situés dans les communes de Thairé et de Puyravault.

Côtes-du-Nord et Ille-et-Vilaine. — La Compagnie centrale d'éclairage et de chauffage par le gaz, siège social, 26, rue de Londres, à Paris, a présenté une demande de concession d'Etat pour une distribution d'énergie électrique aux services publics s'étendant sur le territoire des départements des Côtes-du-Nord et d'Ille-et-Vilaine en traversant les communes ci-après :

Côtes-du-Nord : Saint-Brieuc, Plérin, Trémuson, Plerneuf, Plélo, Chatelaudren, Plouagat, Lanrodec, Saint-Jean-Kerdaniel, Le Merzer, Agathon, Ploumagoar, Guingamp, Pabu, Grâces, Plouisy, Tréglamus, Pédernec, Louargot, Belle-Isle-en-terre, Pordic, Ploufragan, Pleudihen, Langueux, Yffiniac, Hillion, Pommeret, Coetmieux, Morieux, Andel, Mouroué, Lamballe, La Poterie, Saint-Aaron, Hénansal, Quintenic, Saint-Denoual, Hénan-Bihen, Landébia, Saint-Potan, Pludunc, Plancoet, Saint-Lormel, Grehen, Corseul, Languenau, Trigavou, Pleslin, Plouer.

Ille-et-Vilaine : Paramé, Saint-Malo, Saint-Servan, Saint-Jouan, Saint-Père, Chateauneuf, La Ville-ès-Nonais, Miniac.

Orne. — La Société de distribution d'électricité de l'Ouest a demandé la concession par l'Etat d'une distribution d'énergie électrique aux services publics organisés en vue des transports en commun, de l'éclairage public ou privé ou de la fourniture de l'énergie aux particuliers sur le parcours compris entre Mortagne et Belleme (Orne) en traversant les communes ci-après : Mortagne, Saint-Langis, Réveillon, Saint-Denis, Le Pin-la-Garenne, Eperrais, Saint-Martin-du-Vieux-Bellême.

La ligne projetée sera parcourue par des courants alternatifs triphasés à la tension de 30.000 volts et à la fréquence de 50 périodes par seconde.

Bas-Rhin. — La Société « L'Electricité de Strasbourg » a été autorisée à établir, provisoirement, sous le régime des permissions de voirie, deux lignes d'énergie électrique à haute tension, l'une de Biblisheim à Merkwiller, destinée notamment à l'alimentation des usines de Pechelbronn, l'autre, de Molsheim à Schirmeck, en vue de desservir les réseaux secondaires de la vallée de la Bruche.

Seine. — La Société « Union d'Electricité » dont le siège social est à Paris, rue Pierre-Charron, a été autorisée à établir, sur le territoire de la commune de Gennevilliers, une canalisation électrique aérienne à haute tension.

La canalisation emprunterait le domaine public du chemin de fer, sur le côté gauche de la ligne de Saint-Ouen-les-Docks à Ermont-Eaubonne, entre

le P. K. de l'avenue des Grésillons et celui de la rue des Cabœufs, sur 350 mètres environ de longueur; elle traverserait ensuite la voie ferrée au P. K. 7 + 628 sous un angle minimum de 60 degrés par une travée unique de 42 mètres d'ouverture.



Nouvelles mesures
de restriction de la consommation d'énergie électrique.

Le Conseil d'Etat vient de donner son approbation à un nouveau projet de décret, concernant la réduction de l'énergie électrique et les restrictions de consommation à imposer, en cas d'insuffisance de la production.

On sait que la pénurie de combustible pendant la guerre et le bouleversement économique qui l'a suivi avaient obligé le Gouvernement à prendre certaines mesures restrictives, notamment en ce qui concerne la consommation de l'énergie électrique.

Ces mesures, autorisées par la loi du 6 février 1920, étaient de deux sortes; les unes se proposaient de limiter la durée de consommation; elles sont comprises dans divers décrets (8 mars, 20 avril, 28 mai, 30 septembre 1920) relatifs à l'heure de fermeture des établissements publics. Les autres avaient pour but une réduction de l'intensité de la consommation; elles sont édictées par le décret du 10 février 1920, qui prescrivait certaines restrictions pour l'éclairage extérieur et intérieur des établissements ouverts au public et prévoyait la possibilité de restrictions ainsi que la répartition de l'énergie électrique par les soins d'une commission de contrôle.

Actuellement la situation, au moins en ce qui concerne le combustible, est sensiblement plus favorable qu'en 1920 et 1921, toutefois elle reste encore critique dans certaines régions, du fait d'une insuffisance de puissance disponible, pour les raisons suivantes :

D'une part, certains travaux d'entretien ou de remise en état, devenues nécessaires à la suite de la guerre n'ont encore pu être achevés. D'autre part, en raison du coût des matières et de la main-d'œuvre le prix de revient des travaux est encore excessif; il en résulte que les travaux d'extension des centrales existantes ou de création de nouvelles centrales se trouvent retardés; les difficultés rencontrées par les constructeurs de matériel ne leur permettent de livrer leurs commandes qu'avec des délais extrêmement longs. Aussi le développement de la production ne peut il suivre celui de la consommation.

A ces raisons d'ordre général qui visent toutes les centrales aussi bien thermiques qu'hydro-électriques s'en est ajoutée une autre spéciale : la sécheresse exceptionnelle des années 1920 et 1921 qui avait eu des conséquences désastreuses pour les entreprises hydro-électriques et dont il n'est pas inutile de prévoir éventuellement le retour.

Pour ces divers motifs, il n'a pas paru possible de rétablir encore la liberté complète de la consommation l'énergie électrique et des mesures provisoires, de caractère d'ailleurs essentiellement temporaire, car elles doivent prendre fin le 31 décembre 1922, ont dû être envisagées. Elles font l'objet du projet de décret ci-dessus visé.

CONSULTATIONS JURIDIQUES

Question. — Une interruption dans la fourniture du courant, due à la rupture d'une pièce de machine ou au croisement de deux fils par suite d'une tempête, peut-elle motiver une demande de dommages intérêts de la part des abonnés, ou constitue-t-elle pour le concessionnaire un cas de force majeure l'exonérant de toute responsabilité ?

Réponse. — En principe, une indemnité est due par le concessionnaire pour les interruptions de courant, sauf bien entendu quand celles-ci sont le résultat d'un cas de force majeure. Généralement les polices contiennent à cet égard une clause aux termes de laquelle l'abonné renonce à exercer un recours quelconque en cas d'interruption accidentelle. Cette clause ne peut décharger le concessionnaire de ses fautes, mais celui-ci peut décliner toute responsabilité pour des cas limitativement prévus et nettement précisés dans la police. Parfois encore la police indique le montant de l'indemnité due suivant la durée de l'interruption. C'est pourquoi il faut avant tout se référer à la police, pour répondre avec précision à la question posée.

En tout cas, la rupture accidentelle d'une pièce de machine ne constitue pas pour le concessionnaire un cas de force majeure. En droit on qualifie ainsi tout événement que l'on ne peut « ni prévoir, ni empêcher ». Or, on peut toujours dire qu'avec une surveillance suffisante, l'accident pouvait être évité.

Par contre le croisement de deux fils par suite d'une tempête violente constitue un fait dû à la force majeure, exonérant de toute responsabilité, à condition d'une part que l'accident soit dû aux forces déchaînées de la nature et d'autre part qu'aucune faute ne puisse être relevée dans l'établissement de l'installation.

René GÉRIN.

Législation.

Une évolution de la jurisprudence en matière de relèvements de tarifs.

On sait que depuis l'arrêt du Conseil d'Etat du 30 mars 1916 le droit à indemnité pour charges imprévisibles a été personnellement reconnu au profit des concessionnaires de services publics, notamment d'entreprises de distribution de gaz et d'électricité. Une théorie importante celle de l'*imprévision* a été élaborée par la juridiction administrative : les contractants, dit le Conseil d'Etat, ont prévu les *éventualités normales* en temps de paix ; c'est sur ces prévisions qu'ont été calculés les tarifs en vigueur en 1914. Mais *les charges imprévisibles* résultant de l'état de guerre prolongé, n'ont certainement pas pu entrer en ligne de compte lors de la conclusion des contrats de succession. Dès lors, si le concessionnaire doit contribuer à assurer le service public dont il a la charge, il ne peut en tout cas supporter seul les conséquences onéreuses nées du cas de force majeure résultant de la guerre. Il a droit à une *compensation* et cette compensation intervient généralement sous la forme d'un *relèvement des tarifs* qui lui ont été primitivement consentis. A défaut d'entente amiable entre concédant et concessionnaire le taux de ce relèvement est fixé après expertise par la juridiction administrative compétente.

Des décisions récentes ont précisé les conditions essentielles qui doivent être réalisées pour que le principe d'un relèvement de tarifs puisse être admis et ont marqué à l'égard des concessionnaires une évolution dans un sens restrictif qu'il est intéressant de faire connaître.

***

Une première condition qui avait été déjà mise en relief devant le Conseil d'Etat, par M. Riboulet, commissaire du Gouvernement, c'est que l'augmentation imprévisible des prix doit porter sur la *matière première essentielle* de l'industrie du concessionnaire. « La possibilité d'un droit à indemnité naît uniquement, dit M. Riboulet, de la hausse exceptionnelle du charbon pendant la guerre parce que cette hausse est fonction directe du prix du gaz, qui constitue lui-même la cheville ouvrière de la concession d'éclairage. » (Arrêt du Conseil d'État du 27 juin 1919, Gaz de Nice.)

Faisant application de ce principe, dont on saisit toute la portée, aux concessionnaires d'électricité, la jurisprudence administrative décide que si l'électricité est produite par des *usines thermiques*, la théorie de l'imprévisibilité entrera en jeu, une indemnité sera due, puisque c'est le charbon qui est ici comme pour le gaz la matière première essentielle. Mais si c'est *l'énergie hydraulique* qui est utilisée pour la production de l'électricité, la théorie ne sera pas applicable, la matière première essentielle étant l'eau, dont le coût à la chute n'a évidemment pas varié depuis la guerre, et sans qu'il y ait lieu de retenir les variations de prix des *éléments accessoires* de l'exploitation, tels que main-d'œuvre, matériaux employés, etc... Dès lors, le concessionnaire reste seul à supporter les charges nouvelles nées des circonstances économiques exceptionnelles et n'a droit à aucune indemnité.

***

Une deuxième condition qui, celle-là n'est pas spéciale aux concessions d'usines hydro-électriques, a été par la suite dégagée.

Les concessionnaires de services publics ont émis la prétention d'être indemnisés non seulement des *pertes* résultant pour eux de la crise économique née de la guerre, mais encore de leur *manque à gagner*.

Le Conseil d'Etat rejetant ces prétentions par deux arrêts des 25 novembre et 30 décembre 1921, a sur ce point définitivement fixé la jurisprudence administrative.

« Considérant, dit l'arrêt du 25 novembre 1821, que le préjudice subi par l'exploitant au cours de la période litigieuse et la charge ultra-contractuelle qui s'en est suivie dépendent uniquement des résultats de l'exploitation pendant ladite période, qu'ils doivent dès lors être calculés en ne tenant compte que de ces résultats, abstraction faite des bénéfices antérieurs et des perspectives d'avenir ;

« Considérant d'autre part que les compensations auxquelles l'exploitation peut prétendre à raison des charges exceptionnelles et imprévues nées de la guerre ne sauraient s'appliquer qu'aux pertes subies, et non au manque à gagner ; qu'il y a lieu, par suite, pour le calcul des conséquences onéreuses dont se plaint la Compagnie requérante, de n'admettre en compte en ce qui touche la période litigieuse, que les dépenses d'exploitation, déduction faite de la part afférente à la majoration que les parties avaient pu envisager lors de la passation du contrat et les charges d'intérêt et d'amortissement du capital social ; que ce total rapproché des recettes brutes réalisées pendant la même période,

fait apparaître le déficit susceptible de donner lieu dans l'espèce aux compensations précitées. »

Ainsi donc, *tout ce que les concessionnaires peuvent exiger, c'est le remboursement de la partie de leur pertes qui dépassent les aléas normaux du contrat : ils n'ont rien à prétendre en ce qui concerne les gains manqués.*

***

Une application intéressante de ces deux principes vient d'être faite pour le *Conseil de préfecture de la Loire* (Forces motrices du Lignon c. Ville de Feurs) dans son *arrêté du* 31 *janvier* 1922, dont voici la partie la plus intéressante :

« Considérant que d'après la jurisprudence du Conseil d'Etat (27 juin 1919, ville de Nice), 25 novembre 1921, (Compagnie des automobiles postales) pour que la justice administrative puisse accueillir favorablement une demande, il faut, 1° que la matière première essentielle à la fabrication du produit livré au public ait subi une hausse absolument imprévisible lors de la passation du contrat, les éléments d'exploitation secondaires tels que les frais généraux, main-d'œuvre ou matériel n'entrant en ligne de compte que si le droit à indemnité est justifié avant tout par l'augmentation exceptionnelle du prix de la matière première; 2° que le concessionnaire ait subi une perte effective ou *damnum émergens*, et non pas seulement une diminution de recettes ou de bénéfices, un manque à gagner ou *lucrum cessans*;

« Considérant que la Société des Forces motrices du Lignon n'est pourvue que d'usines hydrauliques, que l'eau, matière première utilisée par cette société pour la production de l'électricité, a conservé la même valeur pendant et après la guerre, comme avant les hostilités.

« Considérant qu'il résulte de la lecture des bilans, que non seulement la Société des Forces motrices du Lignon, n'est pas en perte, mais que beaucoup plus favorisée que d'autres établissements similaires, après constitution de la réserve légale, après rémunération de 20 % au Conseil d'administration et affectation de 10 % au fond d'amortissement, elle n'a cessé pendant et après les hostilités de distribuer des dividendes très rémunérateurs atteignant 5 % en 1915, 6 % en 1916 et 1917, 8 % en 1918 et 1919, 6 1/2 % en 1920 et enfin 8,30 % en 1921.

« Qu'en outre, elle a racheté ses parts de fondateur, remboursé au 30 juin 1921, 46.000 francs d'obligations et amorti dans une très large mesure son installation.

« Considérant qu'aucune des deux conditions ci-dessus n'étant réalisée, il y a lieu de déclarer irrecevable l'action en indemnité intentée par la Société des Forces motrices du Lignon à la Ville et de condamner la demanderesse aux dépens;

« Par ces motifs, et vidant son délibéré du 13 janvier 1922,

« Arrête :

« Article 1er. — La demande est rejetée;

« Article 2. — Les dépens sont mis à la charge de la Société des Forces motrices du Lignon. »

René GÉRIN,
Licencié ès sciences,
Maître de Conférences à la Faculté de droit,
Avocat à la Cour d'appel de Lyon.

Inventions. — Appareils et procédés nouveaux

PROCÉDÉ DE RÉGLAGE D'UNE CASCADE COMPOSÉE D'UNE MACHINE D'INDUCTION ET D'UNE MACHINE A COLLECTEUR PENDANT LE PASSAGE DE LA MACHINE D'INDUCTION POUR LA VITESSE SYNCHRONE

La vitesse du groupe en cascade est d'abord amenée au voisinage du synchronisme à l'aide (fig. 1) de la machine à collecteur *c*, puis les bagues de la machine d'induction *a* sont mises en court-circuit.

On permute ensuite en *i* deux des phases des conducteurs qui amènent le courant à la machine à collecteur et à son excitatrice, puis on intercale dans le circuit d'excitation de la machine à collecteur un transformateur de fréquence, dont les bagues sont reliées au réseau, et au moyen duquel on effectue le passage par le synchronisme (en ayant soin de faire cesser le court-circuit). La permutation de phases peut être faite de plusieurs façons. (Brev. Fr. 532.598. — Brown-Boveri).

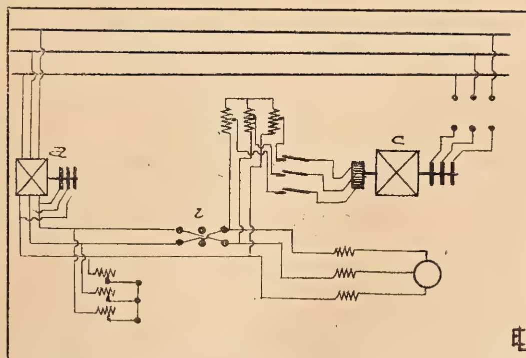


Fig. 1.

MONTAGE POUR LA TÉLÉPHONIE A HAUTE FRÉQUENCE SUR LES LIGNES

Dans ce dispositif de montage (fig. 2), *a*, *b*, *c*, et *e* sont les postes reliés sur la ligne commune. Les postes *a* et *c* transmettent avec des fréquences données, les postes *b* et *e* emploient des fréquences différentes.

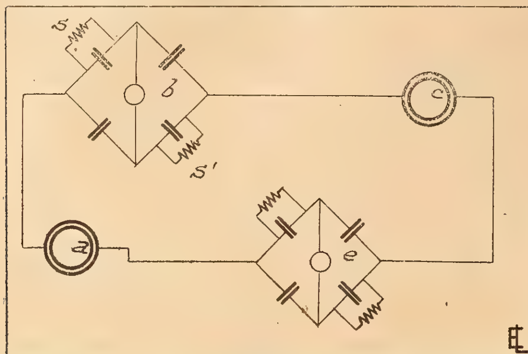


Fig. 2.

Pour les différencier, l'accouplement est réalisé à l'aide de ponts de Wheatstone comportant des capacités réglées pour obtenir la syntonisation. Des selfs *s* et *s'* sont montées en dérivation sur les condensateurs pour permettre le passage de courants de fréquence correspondant aux postes *a* et *c*. — (Br. Fr. 532.659. — D. Telefon Werke).

MACHINES MAGNÉTO-ÉLECTRIQUES

Dans une magnéto d'allumage, un seul aimant permanent en forme de barre ou tubulaire est employé. Cet aimant est coaxial par rapport au rotor et est pourvu de pièces polaires agissant en union avec une seule bobine fixe. Dans la figure 3 l'aimant permanent A a son axe

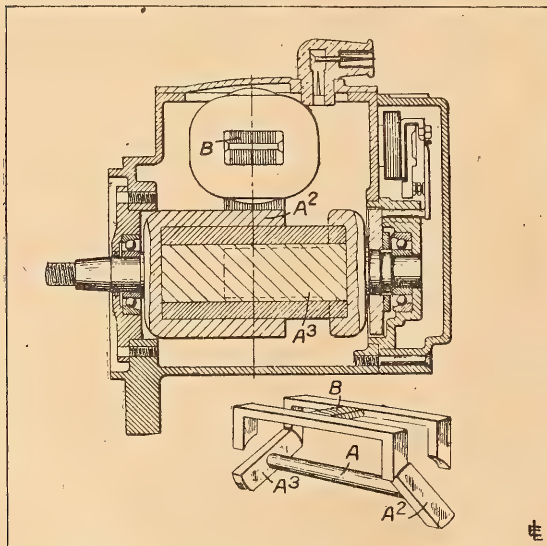


Fig. 3.

ongitudinal coincidant avec l'axe du rotor, et est pourvu de pôles radiaux alternés A^3, A^2. Les extrémités du noyau de l'armature B sont divisées et espacées dans le sens longitudinal de l'axe du rotor pour coopérer avec les expansions polaires. Dans une variante les parties terminales des expansions polaires sont amenées dans le même plan que l'extrémité des deux noyaux de l'armature B. (Br. angl. nº 170.902. — Layton.) M. M.

GROUPE CONVERTISSEUR DE COURANT

Une combinaison d'appareils destinés à fournir du courant continu et de la puissance motrice lorsqu'ils sont connectés soit à une source de courant continu, soit à une source de courant alternatif, comprend, d'une part, (fig. 4), un moteur synchrone 14 qui se place dans une position déterminée lorsqu'il est alimenté par du courant continu et est accouplé à un commutateur redresseur 24 ; d'autre part, un second moteur 10 destiné à fournir la puissance

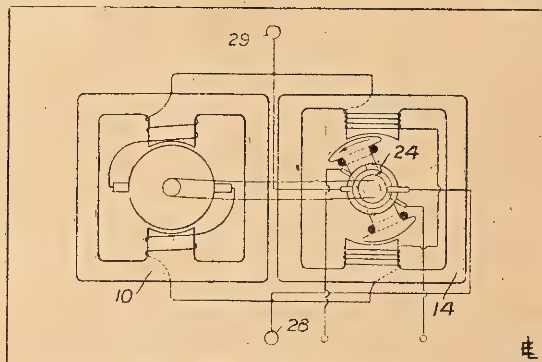


Fig. 4.

motrice. Si le moteur synchrone ne démarre pas par lui-même, le second moteur est une machine série qui marche également bien sur le courant continu ou alternatif ; il est connecté en parallèle avec le moteur synchrone et l'amène au synchronisme en l'entraînant par courroie comme le montre la figure. Si le moteur synchrone démarre par lui-même le moteur est une machine à courant continu couplée en parallèle avec le redresseur 24. Dans les deux cas, si les extrémités 28, 29 sont connectées aux conducteurs à courant continu, le moteur synchrone est maintenu stationnaire dans une position telle que le courant absorbé passe par le commutateur tandis que le second fournit la puissance motrice. (Br. angl. 170.965. — Glaser.) M. M.



Interrupteur « l'Invisible ».

Cet interrupteur, destiné aux installations intérieures d'éclairage, n'est pas absolument invisible, car il ne vise nullement au secret, mais à remplacer tous les modèles rotatifs, blocs ou autres, peu gracieux et dont les couvercles sont sujets à détériorations. Il a la largeur et l'épaisseur d'une moulure à deux rainures, dans laquelle il s'encastre. Comme le montre la figure 5, le couvercle de la moulure masque l'appareil, un trou laissant seulement dépasser le bouton de manœuvre. — L'*Electra-Unic* 21, rue Gambetta (Pontoise).

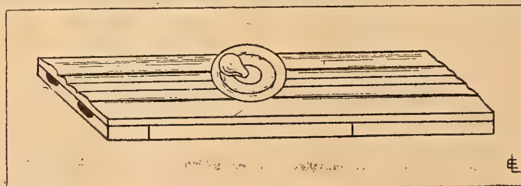


Fig. 5.

PRATIQUE INDUSTRIELLE

Mesure du facteur de puissance.

Pour répondre à plusieurs demandes, il nous a paru utile de rappeler en quelques mots les différentes méthodes qui permettent de mesurer le facteur de puissance d'un récepteur sur courant alternatif.

La valeur du facteur de puissance d'un appareil dépend de son impédance et de sa capacitance. On pourrait calculer le cos φ en mesurant ces dernières quantités, mais ce sont des mesures longues et délicates, surtout si on les veut précises. Aussi nous nous bornerons à citer les méthodes les plus rapides et les plus pratiques pour la mesure du cos φ.

1° CAS DU COURANT MONOPHASÉ

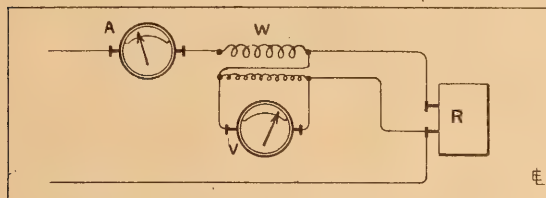


Fig. 1.

a) *Emploi du wattmètre.* — Méthode la plus simple et la plus rapide. On monte dans le circuit du récepteur en série un ampèremètre A et le gros fil d'un wattmètre W ; en dérivation un voltmètre V et le fil du fin wattmètre (fig. 1).

Le wattmètre donnera la puissance exacte : $P = K\,\theta = U_{eff}\, I_{eff} \cos \varphi$.

Le voltmètre et l'ampèremètre donnant U_{eff} et I_{eff} on déduit :

$$\cos \varphi = \frac{K\,\theta}{U_{eff}\; I_{eff}}$$

θ étant la déviation du wattmètre de constante R.

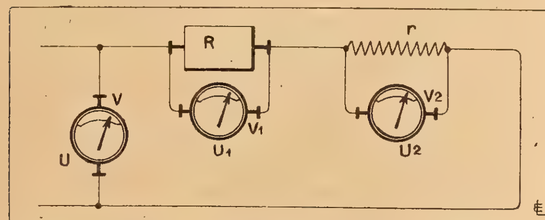


Fig. 2.

b) *Méthode des trois voltmètres.* — Cette méthode, ainsi que celle qui suit, permet de mesurer le facteur de puissance sans l'emploi d'un wattmètre qui est un appareil coûteux.

On effectue le montage indiqué sur la figure 2, en série avec le récepteur R dont on mesure le cos φ, une résistance sans self *r* à l'aide de trois voltmètres, ou d'un voltmètre et d'un commutateur à trois directions ; on mesure les tensions aux bornes de R, de *r* et la tension totale.

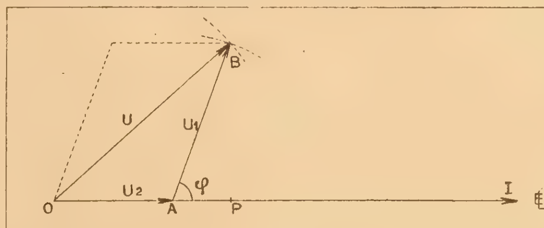


Fig. 3.

Soient U, U_1 et U_2 ces tensions données par V, V_1 et V_2 le diagramme des tensions, en prenant le vecteur intensité pour origine est celui figure 3. Il se résoud facilement connaissant les trois côtés du triangle. On en tire la valeur du facteur de puissance :

$$\cos \varphi = \frac{U^2 - U_1^2 - U_2^2}{2\; U_1\; U_2}$$

On peut également le mesurer en portant sur A B une longueur égale à 10 centimètres, abaissant par le point obtenu une perpendiculaire sur O A qui tombera en P, A P mesuré en centimètres donnera la valeur numérique du cos φ.

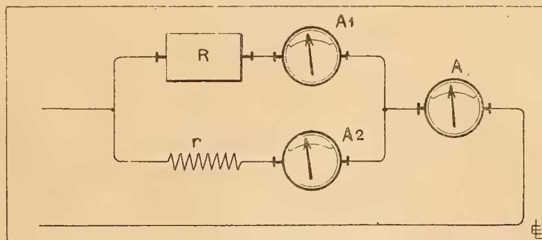


Fig. 4.

c) *Méthode des trois ampèremètres.* — Méthode similaire à la précédente. On place en parallèle avec le récepteur R, dont on mesure le cos φ, une résistance *r* dépourvue de self induction, et à l'aide de trois ampèremètres A, A_1, A_2, on mesure les intensités I, I_1, I_2 dans le circuit principal, et dans les deux dérivations. On résoud le triangle de composition des intensités, en prenant le vecteur « tension » pour origine des vecteurs, comme on a

résolu le triangle des tensions précédemment, on a :

$$\cos \varphi = \frac{I^2 - I_1^2 - I_2^2}{2\, I_1\, I_2}$$

On peut également le mesurer directement sur le graphique ce qui est plus rapide (fig. 5).

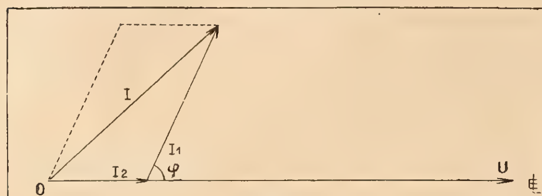


Fig. 5

2° CAS DU COURANT TRIPHASÉ

La méthode la plus simple consiste à mesurer la puissance réelle absorbée par la méthode des deux wattmètres dont nous rappellons le mode opératoire. On a ainsi :

$P = U_{eff}\, I_{eff} \sqrt{3} \cos \varphi$. Un voltmètre et un ampèremètre donnant U_{eff} et I_{eff} on en déduit le cos φ.

Cette méthode s'applique aussi bien dans le cas de récepteur étoile que de récepteur triangle.

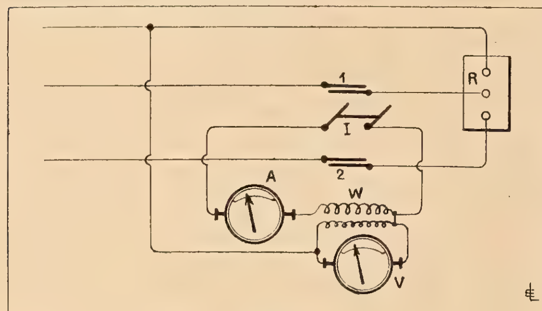


Fig. 6.

On effectue le montage ci-contre : W wattmètre, A ampèremètre, V voltmètre, en I un inverseur shunteur ou commutateur de phase qui permet de n'utiliser qu'un wattmètre, qu'un ampèremètre, qu'un voltmètre en plaçant simultanément et sans interrompre le courant ces appareils sur chaque phase 1 et 2 (fig. 6).

Le commutateur de phase étant dans la position 1, on aura une déviation θ, au wattmètre, I_1 amp. à l'ampèremètre, U_1 volts au voltmètre. puis on placera le commutateur en 2 et lira θ_2, I_2, U_2. Si θ_1 et θ_2 ont des déviations de même sens et si K est la constante du wattmètre,on aura :

$$\cos \varphi = \frac{K(\theta_1 + \theta_2)}{U_{eff}\, I_{eff} \sqrt{3}}.$$

U_{eff} et I_{eff} sont les moyennes de U_1, U_2 et I_1 I_2 car on n'a jamais rigoureusement $U_1 = U_2$ et $I_1 = I_2$.

Si le récepteur est inductif et que l'on ait cos φ $< 0{,}5$ les déviations θ_1 et θ_2 seront de sens inverses, dans ce cas on aura :

$$\cos \varphi = \frac{K(\theta_1 - \theta_2)}{U_{eff}\, I_{eff} \sqrt{3}}.$$

Si le wattmètre n'a qu'un seul sens de déviation, on ajoutera au montage un inverseur de fil fin comme ci-dessous (fig. 7).

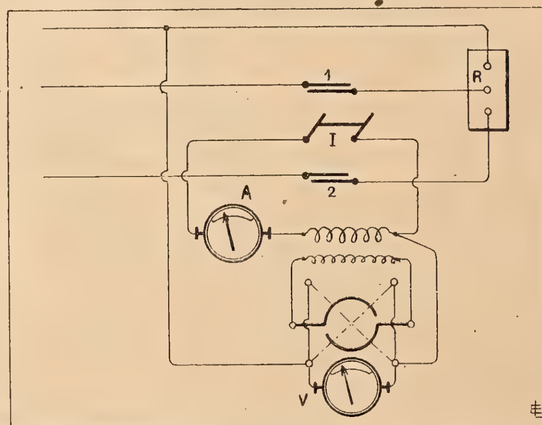


Fig. 7.

Nous indiquerons enfin une formule couramment employée aux plate-formes d'essais et qui donne cos φ en fonction du rapport $\frac{\theta_1}{\theta_2}$ des déviations.

$$\cos \varphi = \frac{1 + \frac{\theta_1}{\theta_2}}{2\sqrt{1 + \left(\frac{\theta_1}{\theta_2}\right)^2 - \frac{\theta_1}{\theta_2}}}.$$

On trouve d'ailleurs des tables qui donnent le cos φ correspondant à $\frac{\theta_1}{\theta_2}$.

R. F.

BIBLIOGRAPHIE

++

Précis d'Electricité Industrielle : Les appareils à courant alternatif, par Maurice Soubrier, rédacteur en chef de *l'Electricien*. 1 volume 13×21 de 152 pages (Prix : 10 francs).

Ce précis qui est la suite et le complément du *Précis d'Electricité Générale* et des *Lois Fondamentales de l'Electrotechnique* du même auteur a pour but de réduire à ses éléments essentiels ce que tout électricien devrait savoir des formules du courant alternatif et de leur usage. C'est un *vade mecum*.

La nomenclature des principaux chapitres de la table des matières donnera une idée du but essentiellement pratique que l'auteur a voulu poursuivre. Le tout est condensé en un opuscule de 150 pages :

Relation entre la f. e. m. et le courant. Représentation vectorielle des fonctions périodiques. Groupement des self-inductions et capacité. Phénomènes de résonance. Courants polyphasés. Champs magnétiques tournants. — Alternateurs et turbo-alternateurs. Réversibilité des alternateurs. Marche en moteur synchrone. Marche en parallèle des alternateurs. Transformateurs statiques. Distribution de l'énergie. Moteurs asynchrones polyphasés. Groupes transformateurs et commutatrices. Moteurs à courant alternatif.

Essais des machines électriques, par C.-F. Guilbert, sous-directeur de l'École supérieure d'électricité, directeur des travaux d'essai de machines à l'École supérieure d'électricité, professeur suppléant au Conservatoire national des Arts et Métiers. — (Encyclopédie d'électricité industrielle, dirigée par M. Blondel, membre de l'Institut. Prix, 45 francs).

La pratique des essais de machines a toujours été une des branches les plus intéressantes de l'électrotechnique, une de celles qui utilisent le mieux la forte culture scientifique des ingénieurs électriciens de notre époque.

L'auteur, qui a professé plusieurs cours très remarqués sur la construction et les essais dans les meilleures Écoles d'électricité et à qui a été confiée, en connaissance de cause, la rédaction de ce volume, est, d'ailleurs, un des plus connus, peut-être même un des plus anciens spécialistes en cette matière et, en tout cas, l'un des plus appréciés par ses publications importantes dans les meilleures revues techniques.

En rédigeant ce traité, il s'est proposé un triple but :

1° Faciliter la rapidité des essais, tout en leur conservant la plus grande rigueur, grâce à l'emploi des méthodes de corrections imaginées et utilisées par lui, au cours d'une carrière déjà fort longue et appuyées, d'ailleurs, sur les théories les plus solides des divers genres de machines ;

2° Développer l'usage des constructions graphiques permettant de prédéterminer les caractéristiques en charge à l'aide d'éléments expérimentaux faciles à relever ; cette prédétermination est rendue de plus en plus nécessaire par l'augmentation de la puissance des unités ;

3° Discuter les méthodes de mesure des rendements et comparer la valeur relative de nombreuses formules adoptées ou préconisées par les électriciens.

NOTIONS PRATIQUES

On nous demande :

D. N° 448,

Calcul pratique d'une ligne de transmission d'énergie électrique.

Appelons : W la puissance apparente à transmettre.

φ le décalage produit par les récepteurs (moteurs ou transformateurs).

p la perte de puissance admise en *n* % de la puissance apparente à transmettre.

R la résistance d'un fil de ligne ; L sa self et R sa réactance.

U la tension entre lignes à l'arrivée.

U_1 la tension entre lignes au départ.

E la tension entre ligne et point neutre à l'arrivée.

E_1 la tension entre ligne et point neutre au départ.

I le courant dans un fil de ligne.

1° Calcul de I :

On a $W = U I \sqrt{3}$

$$I = \frac{W}{U\sqrt{3}}$$

Si W = 2.000 kilovolts ampères ou 2×10^6 V A et U = 10.000 volts ou 10^4

$$I = \frac{2 \times 10^6}{10^4 \sqrt{3}} = 115 \text{ ampères environ.}$$

2° Calcul du diamètre de la ligne et de sa résistance.

On a $p = n W = 3 R I^2 = 3 R \left(\frac{W}{U\sqrt{3}}\right)^2$

d'ou $R = \dfrac{n U^2}{W}$

dans notre cas, si $n = 0{,}08$

$$R = \frac{0{,}08 \times 10^4}{2 \times 10^6} = 4\ \omega$$

$$R = \rho \times \frac{l}{s}$$

ou $R = 10\ \rho \times \dfrac{l}{s}$ si l'on exprime

ρ en μω, *l* en kilomètres, S en millimètres carrés.

ρ = résistivité spécifique du métal employé = 1,73 pour le cuivre de commerce.

l = longueur de la ligne.

S = sa section

D son diamètre.

d'ou $s = \dfrac{10\ \rho\ l}{R} = \dfrac{\pi D^2}{4}$ d'ou $D = 2\sqrt{\dfrac{10\ \rho\ l}{\pi R}}$

s = 43 millimètres carrés, ce qui correspond à un diamètre de fil de 7 mm. 43, on vérifie si la densité du courant n'est pas anormale

ici $\dfrac{I}{s} = \dfrac{115}{43} = 2$ amp.,56, ce qui est admissible.

Calcul de la réactance de la ligne.

La réactance d'une ligne triphasée est donnée par la formule R = ω L = ω L

$$L = L_s - L_m$$

$L_s = l\,(0{,}5 - 4{,}6 \log r)\ 10^{-9}$ henry,

$L_m = - l \times 4{,}6 \log d\ 10^{-9}$ henry,

l longueur de la ligne en centimètres,

r rayon du conducteur en centimètres,

d distance des fils en centimètres.

Dans notre cas $L = 0{,}63 \times 10^2$ approximativement.

$R = \omega L = 2 \pi f L$ (*f* = fréquence du courant.)

$R = 0{,}63 \times 50 \times 2 \times 3{,}14 \times 10^2 = 1$ ohm,95 environ.

Calcul de la tension au départ.

on a $E = \dfrac{U}{\sqrt{3}}$

Prenons une droite A B qui représente l'axe des inten-

sités sur une droite décalée d'un angle φ portons la tension simple E à obtenir à l'arrivée fig. 1).

En A menons une perpendiculaire A D = R I = chute de tension réactive en ligne.

A partir de D menons D F parallèle à A B tel que D F = R I = chute de tension ohmique en ligne.

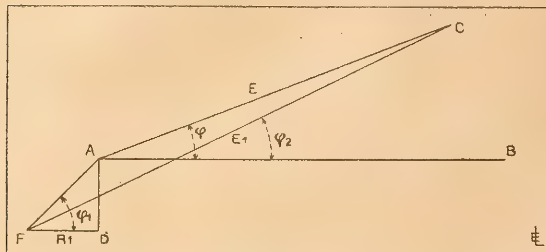


Fig. 1.

La droite F C donne la tension simple E_1 au départ.
φ_2 = décalage final.
par le calcul

$$E_1 = \sqrt{(E \cos \varphi + R\ I)^2 + (E \sin \varphi + R\ I)^2}$$

Si on fait $\varphi = 31°,30$ $\sin \varphi = 0,52$ $\cos \varphi = 0,85$

$$E = \frac{10.000}{\sqrt{3}} = 5.770$$

on trouve $E_1 = 6.390$ environ

et $U_1 = E_1 \sqrt{3} = 6.390 \times \sqrt{3} = 1.170$ volts environ.

Dans le cas d'une ligne souterraine le problème serait le même mais la réactance aurait pour valeur

$$R = \omega\ L - \frac{1}{\omega \cdot C}$$

C = capacité de la ligne en farads, est donnée par la formule pratique :

$$C = \frac{10^{-7}}{\log \frac{D}{d}}$$

Dans le calcul des lignes aériennes, la réactance existe bien mais elle peut être négligée.

M. MARCONNET.



Recherche d'une perte à la terre en souterrain.

Voici une très bonne méthode de recherches d'une perte à la terre d'un câble souterrain :
Câble triphasé ayant une perte à la terre.

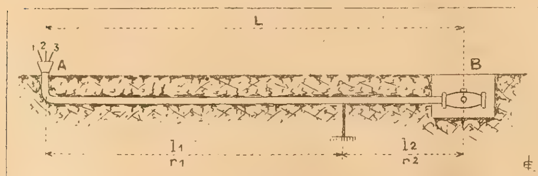


Fig. 2.

Soients :
L, la longueur du câble entre deux boîtes libres ;
l_1, la longueur entre la boîte A et la perte ;
l_2, la longueur entre B et la perte ;
R, la résistance entre A et B d'un câble simple ;
r_1, la résistance entre A et la perte ;
r_2, la résistance entre B et la perte ;
r_t, la résistance de la terre entre C et la perte. On commencera par court-circuiter les câbles en B par exemple, et on fera les lectures en A.

Supposons que le câble 3 ait été trouvé sain, on fera les lectures suivantes :
$r' = r_1 + r_t$.
$r'' = R + r_2 + r_t$ et 2 R, 2 R étant la résistance aller et retour d'un câble (1 et 3, par exemple).
On a d'autre part : $R = r_1 + r_2$.
Eliminons r_t $r'' - r' = R + r_2 - r_1$.
Comme on connaît la somme et la différence de deux nombres, il est aisé de connaître ceux-ci.
On aura alors les longueurs par les rapports :

$$\frac{R}{r_1} = \frac{L}{l_1} \qquad \frac{r_1}{r_2} = \frac{l_1}{l_2}$$

On a, d'autre part, $l_1 = L - l_2$ qui doit vérifier les résultats.

Ainsi la résistance de la terre ne peut être cause d'erreur car elle a été constante pendant les lectures e éliminée ensuite. On peut afin d'avoir une vérification de la constante de la résistivité faire des lectures entre la boucle formée par 1-3 et 2-3 puis 1-2. Après ces mesures, on procédera à la mesure de la résistance avec la terre, car alors on n'aura plus à changer celle-ci. P. D.

TRIBUNE DES ABONNÉS



*Notre Tribune est une rubrique de renseignements mutuels ouverte à tous nos abonnés. La Rédaction de l'*Electricien *n'est pas responsable des réponses fournies. Nous prions nos lecteurs de limiter leurs demandes au domaine de la pratique industrielle.*

DEMANDES

N° 616. — Une *Société d'énergie électrique* peut-elle être rendue responsable du claquage d'un transformateur de tension (propriété de l'abonné), alimentant un compteur branché sur la haute tension, quand il paraît que ce claquage est dû à une mise à la terre d'une phase du réseau ?

La compagnie n'est-elle pas responsable des conséquences que peut entraîner chez ses abonnés la mise à la terre d'une phase de son reseau ?

N° 617. — J'ai deux transformateurs pour courant alternatif triphasé 15.000 volts : l'un de 170 K. V. A. donnant 220 volts à la basse tension et comportant trois prises pour voltages différents aux bornes de la haute tension. Le second, a une seule prise H T, donne 150 K. V. A. et 200 volts à la base tension. On me demande d'étudier le moyen le plus économique et le meilleur pour les faire marcher en parallèle. Je serais bien reconnaissant à un lecteur de me tirer d'embarras en m'indiquant ce moyen.

N° 618. — J'ai une installation à faire d'une ligne de 250 mètres de long pour alimenter plusieurs moteurs d'une force totale de 200 HP avec du courant alternatif triphasé 220 volts. Pourriez-vous m'indiquer la section du fil à employer. L'agenda Dunod donne la formule suivante pour faire ce calcul : $S = \rho \frac{l\ P}{p\ U^2 \text{ eff. } \cos^2}$ soit :

$$S = \frac{\text{résistivité du métal} \times \text{longueur en kilomètres} \times \text{puissance en watts}}{\text{perte p. } 100 \times \text{tension au départ (au carré)} \times \cos \varphi \text{ (au carré}}$$

un autre ouvrage donne :

$$S = \frac{\text{résistivité} \times \text{longueur en kilom.} \times \text{puissance en watts}}{\text{perte p. } 100 \times \text{tens. au dép. (au car.)} \times \cos\varphi \text{ (au car.)}}$$

Est-ce bien ainsi qu'on doit comprendre ces deux formules en évaluant approximativement la perte à 10 % et le cos φ à 0,6 ? Pourriez-vous m'en faire un exemple avec les données ci-dessus ?

N° 619. — Dans une installation lumière, le neutre doit-il toujours être rigoureusement demi d'un des autres conducteurs ?

N° 620. — Un parafoudre basse tension pour courant alternatif triphasé desservant un réseau d'éclairage extérieur avec trois phases et neutre, doit-il toujours comporter deux bobines de self, puis le parafoudre à trois bornes à charbon central relié à la terre, être monté en dérivation sur la ligne et ne pas intéresser le neutre ?

N° 621. — Peut-on recevoir avec la même intensité les télégrammes de T. S. F. sur un cadre enroulé comme une bobine, ou bien enroulé comme une toile d'araignée. Avec un cadre suivant 2° modèle peut-on à 60 kilomètres de Paris recevoir la téléphonie sans fils ? la carcasse de 1 m. 50 au carré est bobinée avec 140 spires de fil 8/100.

N° 622. — 1°) Un ouvrage traitant des turbines aériennes pour la production de l'énergie électrique ?

2°) Un ouvrage traitant pratiquement de l'appareillage automatique avec schémas de montage (dimension, régulateur de tension, charge et décharge d'une batterie d'accumulateurs ?

N° 623. — Ayant un poste micro-téléphonique de la « Western électric Company », je desirerais savoir si je puis l'utiliser pour avoir le téléphone du réseau et si ce modèle sera accepté, — le transformateur est-il chez l'abonné ou dans ce cas est-ce à ce dernier de le fournir? — Donner un schéma de montage ; ci-joint schéma intérieur de l'appareil (fig. 1).

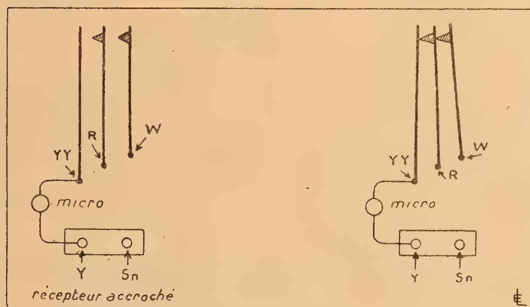


Fig. 1.

N° 624. — Quel est le fonctionnement d'un compteur A C T avec indicateur de pointes (compagnie des compteurs). Réglable de 10′ à 15′ par exemple, enregistrement des pointes, calcul de la consommation indiquée par l'indicateur etc.

N° 625. — La librairie Dunod pourrait-elle se charger de fournir aux abonnés une reliure pratique pour relier les nnméros de l'électricien par année ? A quel prix ? Il me semble que l'on pourrait écarter les feuilles réclame, en outre la reliure devra comporter un répertoire, afin que l'abonné s'il le désire puisse dresser une table des matières des demandes et réponses parues dans l'année et qui l'intéressent. Ces dernières ne figurant pas dans la table des matières envoyée fin d'année.

N° 626. — J'ai 30 batteries de 4 éléments pour éclairage de train. J'éprouve pour les charger de très grandes difficultés par suite d'un manque de matériel. La dynamo qui fait marcher les tours du dépôt prend 70 ampères et je me branche dessus pour charger ma batterie. J'en ai tantôt 6, 8 ou 10, et je ne peux plus charger à plus de 5 ou 6 ampères. La résistance est défectueuse et sans doute pas assez forte. Je voudrais faire une résistance à l'eau ; comme cela ne coûte pas cher, peut-on me dire comment il faut que je m'y prenne et le schéma approprié ?

N° 627. — Y-a-t il des cours gratuits d'électricité (cours du soir) permettant d'obtenir un diplôme ?

N° 628. — Quel est le pourcentage de perte de puissance subi par un aimant permanent, lorsqu'on le plonge dans une atmosphère de vapeur d'eau, à la température de 150° à 200° ?

N° 629. — Pourriez-vous me dire si un moteur triphasé 220 volts, 50 périodes fonctionnera convenablement si le voltage d'alimentation est 190 volts ?

N° 630. — Dans mes cabines de transformation 6.000/220 volts avec fil neutre 130 volts il n'y a pas de fusible sur le neutre. Y a-t-il obligation d'imposer un fusible sur le neutre dans les installations particulières ? Le neutre du réseau n'est pas à la terre.

++

Demandes d'adresses de fournisseurs.

N° 631. — Maisons vendant du fil de constantan nu ou isolé ?

N° 632. — Quelles maisons peuvent se charger de l'émaillage de petites pièces métalliques, telles que boutons d'interrupteurs lumière, vis, etc. ?

N° 633. — J'aurais besoin d'une petite turbine qui serait accouplée à une dynamo pour permettre d'éclairer une centrale pendant l'arrêt des alternateurs ; ladite turbine serait alimentée, par un tuyau de 80 millimètres intérieur, d'eau sous pression variant de 500 grammes à 5 kilos par centimètre carré suivant la hauteur, au réservoir qui varie de 5 à 50 mètres de hauteur, ladite turbine devrait donner au minimum quand la hauteur d'eau est à 5 mètres 1 HP.

Un lecteur pourrait-il m'indiquer la maison qui pourrait me fournir ladite turbine.

N° 634. — Quelles sont les maisons s'occupant de l'éclairage par la vapeur de mercure ?

N° 635. — Demande des catalogues des fournisseurs pour tout ce qui concerne les installations électriques intérieures. — Th. Lacour, électricité, 15, rue Duguet, à Cosne-sur-Loire (Nièvre).

N° 636. — Maisons fabriquant ou vendant des résistances et capacités de 1/2 précision pour étalonnage industriel.

RÉPONSES

N° 451 R. — Il me semble que vous avez répondu à côté de la question, la demande spécifiant bien l'emploi d'une batterie-tampon. Pour moi, les variations dans la lumière proviennent de connexions défectueuses ou de mauvais état de la batterie, ou bien encore d'un débit trop élevé sur le circuit d'éclairage. G. B. M.

N° 540 R. — Voyez note, p. 238.

N° 579 R. — L'arrêté ministériel du 21 mars 1921 intéresse surtout les installations de tramways et chemins de fer qui, comme on le sait, ont un pôle (ordinairement le négatif) relié aux rails et par conséquent directement à la terre ; dans ces installations, la différence de potentiel entre les bornes positives des dynamos et tableaux ne doit pas être supérieure à 600 volts. B. Corcevay.

N° 580 R. — Dans le cas ou le circuit triphasé est équilibré, on utilise un compteur monophasé ordinaire à un seul électro, dont le gros fil est parcouru par l'intensité circulant dans un des fils de phase (elle est la même dans les trois fils); le fil fin est branché entre ce conducteur et le point neutre. Si la distribution est en triangle, on réalise un point neutre artificiel. Cet électro mesure :

$$\int u \, I \cos \varphi \, dt$$

et la minuterie est choisie de telle façon qu'elle multiplie cette mesure par 3, le compteur enregistre donc :

$$3 \int u \, I \cos \varphi \, dt.$$

Aucun dispositif de branchement ne permet d'utiliser un seul compteur actif monophasé pour mesurer l'énergie réactive dans un circuit équilibré. Dans un prochain article, je décrirai les modifications qu'il faut apporter à un compteur monophasé pour lui permettre de mesurer :

$$\int u \, I \sin \varphi \, dt$$

Si le circuit n'est pas équilibré, la méthode classique des deux wattmètres pour la mesure des puissances, conduit à employer des compteurs à deux électros pour la mesure de l'énergie (fig. 2).

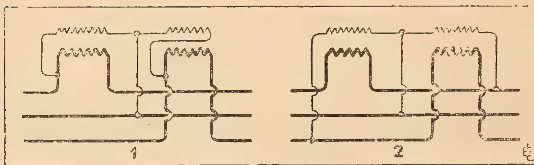


Fig. 2.

S'il s'agit de l'énergie active, il suffit de brancher les deux gros enroulements sur deux des conducteurs, puis les fils fins comme l'indique le premier schéma, le compteur enregistre alors :

$$\int \left[U \, I \cos \left(\frac{\pi}{6} + \varphi \right) + U \, I \cos \left(\frac{\pi}{6} - \varphi \right) \right].$$

S'il s'agit de l'énergie réactive, on branche le gros fil de chaque électro sur un des conducteurs de phase, et le fil fin entre les deux autres fils, comme l'indique le deuxième schéma. En réalisant un bon branchement de ce compteur, il enregistrera :

$$\int 2 \, U \, I \sin \varphi \, dt$$

au lieu de :

$$\int \sqrt{3} \, U \, I \sin \varphi \, dt$$

qu'il devrait enregistrer, il marquera donc $\frac{2}{1{,}732} = 1{,}15$ fois ce qu'il devrait marquer et pour le rendre juste, il faut le faire retarder de 15 % à l'atelier d'étalonnage.

Au cas où il serait mal branché, ce compteur ne tournerait pas, les deux électros seraient en opposition. Nous ferons du reste paraître sous peu un article relatif au branchement des compteurs triphasés actifs et réactifs.

En haute tension, les montages restent les mêmes, mais on branche les gros fils des électros par l'intermédiaire de transformateurs d'intensité, et les fils fins par l'intermédiaire de transformateurs de potentiel.

On peut supprimer les transformateurs de potentiel, et prendre pour l'alimentation des circuits fils fins des compteurs, la différence de potentiel au secondaire des transformateurs de puissance, mais il faut alors connaître d'une façon rigoureuse le bobinage de ces derniers.

Ceci étant posé, en faisant simultanément les lectures des minuteries aux compteurs d'énergie active et d'énergie réactive, on pourra connaître ces deux valeurs pour une même durée ; en divisant l'une par l'autre on trouvera, si on divise l'énergie active par l'énergie réactive, la cotangente de l'angle φ, et dans le cas inverse, la tangente de ce même angle.

En se souvenant que :

$$\cos \varphi = \frac{1}{\sqrt{1 + tg^2 \varphi}} = \frac{cotg \, \varphi}{\sqrt{1 + cotg^2 \varphi}}$$

il est facile de trouver la valeur de cos φ.

E. François.

N° 604 R. — La résistance R ohms d'un conducteur susceptible de dégager une quantité de chaleur Q calories-grammes lorsqu'il est traversé par un courant I ampères pendant un temps t secondes est donnée par

$$R = \frac{Q}{0{,}24 \, I^2 t} \quad (1)$$

La quantité de chaleur nécessaire pour produire une élévation de température θ degrés de la masse p d'huile de chaleur spécifique moyenne (entre 0° et 100° par exemple) C_m est

$$Q = p \, C_m \, \theta.$$

Supposons que la résistance n'introduit aucune self (dans le cas où le courant est alternatif)

$$I = \frac{U}{R} = \frac{115}{R}$$

En remplaçant dans (1) il vient

$$R = \frac{0{,}24 \times 115^2 \times t}{p \times C \times \theta}$$

P. P.

N. 605 R. — Il est de toute nécessité de faire absorber la puissance produite par une machine susceptible d'indiquer la puissance qu'elle a absorbée.

Entraînez directement avec le moteur une dynamo frein appropriée et dont vous connaîtrez le rendemnnt aux différentes charges

Pu = Puissance utile du moteur = $\dfrac{\text{U I sur la génératrice}}{\eta_g \text{ génératrice}}$

Pa = Puissance absorbée par le moteur = $K(\theta_1 \pm \theta_2)$ méthode ordinaire et le rendement en % du moteur =

$$= \frac{Pu}{Pa} 100$$

P. P.

N° 616 R. — Voyez la Jurispruce, *l'Electricien* du 15 avril, p. 184.

N° 621 R. — Non, il est impossible de recevoir avec la même intensité ; les premières lois de l'électro-magnétisme le prouvent facilement. Votre deuxième question s'annule de ce fait. P. M.

N° 627 R. — Il existe au Conservatoire national des Arts et Métiers de Paris des cours du soir d'électricité, dont les auditeurs peuvent obtenir certains certificats. S'y renseigner.

Le Gérant : L. De Soye

38e Année. — No 1301 1er Juin 1922

L'ÉLECTRICIEN

Rédacteur en chef : Maurice SOUBRIER
Secrétaire général : L.-D. Fourcault

DUNOD, Éditeur. 49, quai des Grands-Augustins, PARIS, VIe. — *Tél.* : GOB. 19-38 et 53-01

DISTRIBUTIONS D'ÉNERGIE

Les transformateurs statiques en exploitation.

(Suite [1]).

On verra dans la présente étude les dispositions données actuellement à la partie active des transformateurs modernes. On y verra également les divers systèmes de refroidissement et notamment le nouveau dispositif de refroidissement par radiateurs pour installation abritées ou en plein air. La question actuelle des bornes condensateur et à remplissage d'huile pour transformateurs à très haute tension y est examinée aussi.

SUR LA CONSTITUTION DES TRANSFORMATEURS POUR LES DIVERSES CONDITIONS DE FONCTIONNEMENT

Le rôle du transformateur expose le plus souvent cet appareil à recevoir directement l'effet d'accidents qui peuvent provenir soit du côté de la ligne haute tension, soit du côté des appareils récepteurs. Comme il peut en résulter alors la mise hors service permanente ou temporaire du transformateur, le service de l'exploitation qu'il assure peut ainsi être gravement compromis et entraîner des dommages hors de proportion avec la valeur de l'appareil lui-même ou seulement avec l'importance de la réparation qui en résulte.

Cet appareil doit donc posséder, comme qualité essentielle, une constitution telle qu'elle lui permette d'assurer en toute sécurité un fonctionnement sûr, régulier et de longue durée, quelle que soit la nature ou l'importance de l'accident qui peut survenir au cours de son fonctionnement.

Le transformateur est donc l'âme du transport à haute tension et comme tel et par les considérations ci-dessus, doit être un appareil particulièrement bien étudié et construit.

Plusieurs conditions doivent être remplies, mais certaines sont contradictoires cependant. Ces conditions résultent en première ligne du mode spécial de fonctionnement de cet appareil et ensuite de l'usage qui en est fait.

a) La condition primordiale est évidemment, en raison des hautes tensions auxquelles il est soumis, l'isolation de l'appareil, tant dans ses enroulements entre eux qu'entre ses enroulements et la masse propre du transformateur. Les phénomènes de surtensions accidentelles qui en compliquent le fonctionnement obligent à prendre des précautions spéciales vis-à-vis de certaines parties des enroulements par le renforcement de l'isolation entre leurs spires.

(1) Voir *l'Electricien* des 1er avril 1921 et 15 mai 1922.

b) Une deuxième condition, dont dépend essentiellement la première, est l'échauffement du transformateur. Cet échauffement entraîne fatalement, en effet, la destruction des isolants ; il doit donc être limité à la valeur convenable par un refroidissement judicieusement établi.

c) Les courts-circuits auxquels sont particulièrement exposés les transformateurs soumettent leurs enroulements à des effets mécaniques souvent considérables, qui déforment les bobinages et les mettent hors de service. L'attention du constructeur est donc attirée aussi de ce côté, et des dispositifs spéciaux doivent être prévus en conséquence.

d) La question de rendement est un facteur fort important dans un transformateur, cette question doit être résolue de façon à affecter le moins possible le rendement d'une installation et cela quelles que soient les variations de charge. Un transformateur devra donc être construit pour donner le meilleur rendement possible.

Des conditions secondaires doivent être remplies pour satisfaire aux divers cas qui se présentent en exploitation. En effet, la question du facteur de puissance est intimement liée au rendement, il faut donc obtenir de l'appareil un excellent facteur de puissance à pleine charge. Dans le même ordre d'idées, les charges réactives doivent être supportées sans variation trop sensibles du voltage à l'appareil. Ce cas se présente lorsqu'il s'agit d'assurer à la fois un service d'éclairage et de force.

Lorsque les services d'éclairage et de force sont séparés, du côté de transformateurs assurant le service d'éclairage, les charges réactives étant faibles ou nulles, le facteur de puissance est élevé ; dès lors, la réactance des transformateurs a peu d'influence et les variations de voltage avec la charge sont peu importantes, la régularité du voltage est alors satisfaisante.

Du côté des transformateurs alimentant un circuit de moteurs, le maintien de la tension étant moins rigoureux dans ce cas, une certaine réactance, correspondant à une chute de tension en charge d'environ 5 % est admissible.

Comme on le voit, il y a avantage à séparer les circuits d'éclairage et de force motrice toutes les fois qu'il se peut et d'alimenter chaque circuit par des transformateurs indépendants. Lorsque cette séparation n'est pas possible, un autre moyen consiste à n'admettre sur le réseau d'éclairage que des moteurs jusqu'à une puissance maximum déterminée pour chacun.

Ainsi que nous le disons plus haut, les transformateurs étant fréquemment exposés aux courts-circuits, il est nécessaire d'en limiter les effets, cela est surtout indispensable dans les gros transformateurs de réseaux de grande puissance. Outre les dispositifs mécaniques adoptés pour empêcher la déformation des bobinages, dont le seul concours pourrait être parfois insuffisant, il faut prévoir une certaine réactance intérieure, les intensités mises en jeu lors d'un court-circuit étant en effet considérables, les efforts dans les bobinages le sont également. La réactance intérieure remédie très efficacement à cet état de choses, comme l'expérience l'a montré.

C'est ainsi que dans les unités à partir de 300 kilowatts environ on admet actuellement une réactance de 5 à 6 %.

Dans le cas d'alimentation des commutatrices, l'effet de la réactance des transformateurs est d'ailleurs utile, car il permet un meilleur réglage du voltage en agissant sur l'excitation de ces machines.

DES DIVERSES DISPOSITIONS DES TRANSFORMATEURS MODERNES

Circuit magnétique. — En principe, ce qui différencie les divers types de transformateurs, c'est :

1° La forme de leur circuit magnétique.

2° La disposition relative des enroulements primaire et secondaire.

3° Le mode de refroidissement.

La forme de circuit magnétique la plus employée aujourd'hui est celle du type dit à *noyaux*, composé de branches formant noyaux sur lesquels sont enfilés les bobinages, ces branches étant réunies par deux culasses transversales fermant le circuit magnétique.

Ce type de circuit magnétique présente l'avantage indiscutable d'une grande facilité de construction et de réparations, c'est pourquoi il a prévalu.

Dans les transformateurs de bonne construction, le circuit magnétique est formé de tôles de 0,3 à 0,5 millimètres d'épaisseur et à forte teneur en silice. On les choisit de qualités magnétiques spéciales, c'est-à-dire présentant une excellente perméabilité et un coefficient d'hystérésis très faible. La haute teneur en silice donne à ces tôle une résistivité élevée, de sorte que les pertes par hystérésis et courants de Foucault sont réduites à leur extrême limite. D'autre part, les qualités de ces tôles permettent de donner aux inductions des valeurs bien supérieures à celles admises dans les tôles ordinaires, ce qui permet de réduire de façon notable les pertes à vide, le poids et l'encombrement des transformateurs.

Les inductions admises dans ces conditions peuvent être élevées, elles sont limitées toutefois par la nécessité d'avoir un courant à vide aussi faible que possible, ce qui exige de donner au circuit magnétique une réluctance de très faible valeur. La construction des joints magnétiques doit donc être particulièrement soignée.

Pour satisfaire à cette exigence, le circuit magnétique est souvent découpé, pour les petites et moyennes puissances, directement dans la tôle, sous forme de noyaux réunis dans le bas par une culasse; le haut des noyaux est alors réuni soit par une culasse transversale rapportée, soit par des tampons (type Labour, voir fig. 8), ce qui donne un excellent circuit magnétique. Ce type est adopté par la Compagnie française Thomson Houston et donne d'excellents résultats,

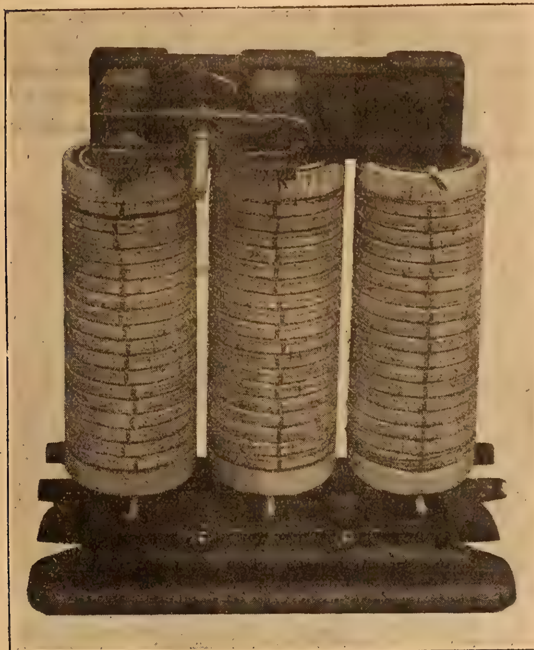


Fig. 8. — Fermeture du circuit magnétique par tampons (système Labour) et dispositif de démontage des tampons.

Ces deux premiers types permettent une grande facilité de démontage des enroulements en cas de réparations, le type à tampon présente de plus l'avantage d'une plus faible réluctance du circuit magnétique, parce que les tampons entrent à frottement dur dans leur logement et portent sur une grande surface.

Dans les transformateurs de plus grande puissance, les noyaux sont constitués d'une part et les culasses d'autre part par des paquets de tôle. Les surfaces portantes réunissant les parties d'assemblages sont dressées avec soin de façon à constituer des joints aussi parfaits que possible. Dans d'autres assemblages, comme dans le système Westinghouse, l'assemblage des joints est enchevêtré après rabattement des tôles de la culasse supérieure. Ce mode de construction est plus coûteux, mais il donne un assemblage plus rigide et s'emploie généralement pour les gros transformateurs.

Dans les cas spéciaux où les transformateurs ont à supporter des courts-circuits fréquemment répétés, comme cela se présente dans les appareils ailmentant les fours électriques et d'autres applications spéciales, le circuit magnétique est du type dit *cuirassé*.

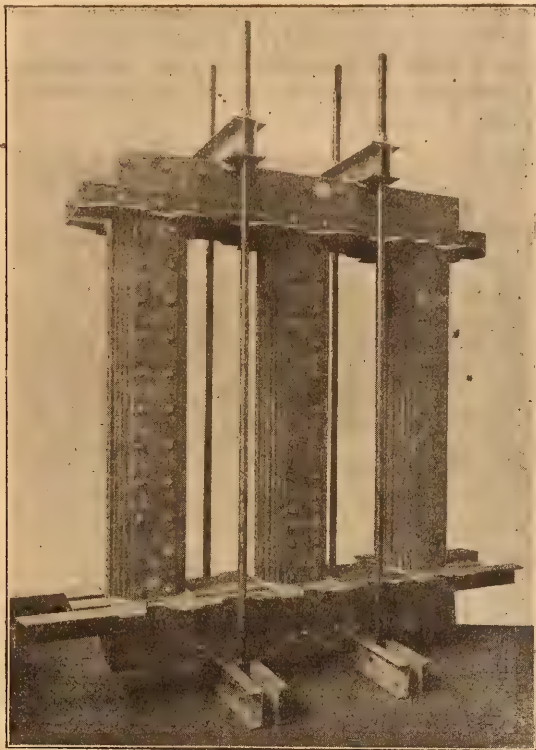


Fig. 9. — Circuit magnétique complet d'un transformateur (*Thomson-Houston*).

Dans ce dispositif les enroulements étant presque complètement entourés par les tôles du circuit magnétique, se trouvent en grande partie maintenues de façon immuable, ce qui leur permet de résister victorieusement aux plus gros efforts prolongés ou répétés. (Voir la figure 9).

BOBINAGES

Les efforts exercés dans les bobinages par l'effet des courts-circuits peuvent être encore diminués par une disposition particulière des bobinages primaire et secondaire.

Or, deux modes de dispositions des bobinages sont adoptés. Une disposition déjà ancienne consiste à superposer alternativement les éléments primaires et secondaires comme le montre la figure 11.

C'est le dispositif employé dans les transformateurs cuirassés ci-dessus. C'est ainsi que le transformateur de la figure 1 T H, dont la puissance est de 2.500 kilovolts-ampères et la tension secondaire de 42 volts, 5 comporte des spires secondaires constituées de conducteurs plats de grande section, couplés en parallèle, de façon que le secondaire ne comporte en réalité qu'un seul tour, ces spires forment trois groupes qui sont séparés par deux groupes de bobines primaires, ce qui diminue les fuites magnétiques. La réactance est ainsi limitée dans ce cas à 10 ou 12% environ. Ce genre de construction est aussi employé d'ailleurs dans les transformateurs à noyaux.

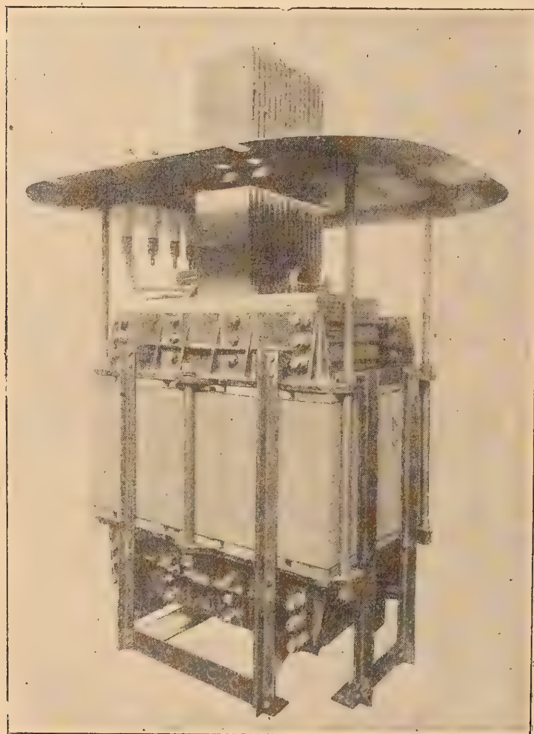


Fig. 10. — Transformateur cuirassé pour électro-métallurgie.

Toutefois, bien que permettant de rendre moindre les fuites magnétiques, et qu'une circulation d'huile puisse être établie entre les éléments primaires et secondaires, il aurait des difficultés d'isolation et son emploi est limité à une certaine valeur de la haute tension.

Le dispositif qui se prête le mieux à l'exigence des hautes tensions et permet une construction plus économique est celui où les bobinages primaire et secondaire, formés d'éléments concentriques, sont enfilés l'un sur l'autre ; le bobinage basse tension, constitué par un ou deux éléments concentriques composés d'un petit nombre de spires de grosse section, étant enfilé directement sur les noyaux avec interposition d'un manchon isolant et le bobinage haute tension recouvrant le premier. Ce dispositif, de construction plus économique que le précédent, permet une meilleure isolation entre l'enroulement primaire et l'enroulement secondaire, condition indispensable pour l'emploi des très hautes tensions actuellement employées (fig. 12.)

D'ailleurs, l'enroulement haute tension peut être divisé en un nombre aussi grand d'éléments, constitués par des *galettes*, qu'il est nécessaire pour réduire à leur valeur minimum les tensions entre elles. La forme circulaire des bobinages est préférable à la forme carrée, parce qu'elle résiste mieux à la déformation en cas de court-circuit.

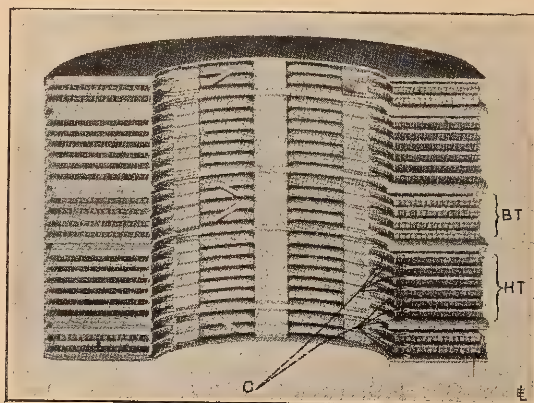


Fig. 11. — Enroulements alternés avec canaux de circulation d'huile. — BT, basse tension ; HT, haute tension ; C, canaux de circulation d'huile.

Dans les transofrmateurs de petite puissance, la basse tension est de section rectangulaire ou carrée, en cuivre nu généralement, et enroulé d'une seule pièce, et la haute tension en fil rond isolé à deux ou trois couches de coton. Dans les puissances supérieures, la basse tension est également en cuivre nu à section rectangulaire et formée en une ou deux pièces ; la haute tension est, à partir d'une certaine puissance, en cuivre à section carrée ou rectangulaire. Les galettes des extrémités, en relation directe avec les bornes de l'appareil, constituant les spires de choc contre les surtensions, ont leur isolation renforcée en fil émaillé et isolé à la toile huilée.

Pour assurer une bonne isolation des enroulements, des intervalles en rapport avec la tension du transformateur sont ménagés soit entre ces enroulements, soit entre ces enroulements et la masse, ce qui permet en outre la libre circulation de

l'huile et la répartition uniforme de l'échauffement lors du fonctionnement en charge.

Pour assurer le maintien des bobinages, ces dernières sont serrés dans le haut et la bas soit par des isolateurs spéciaux, soit par des cerclages en bois dur (fig. 12). Le serrage convenable est obtenu, dans les gros transformateurs, par l'intermédiaire de ressorts interposés entre les cerclages du haut et les vis de serrage (fig. 13).

Les connexions reliant les enroulements aux bornes de sortie sont isolées de la masse du transformateur et du bobinage par des tubes en mica pour parer à un contact accidentel.

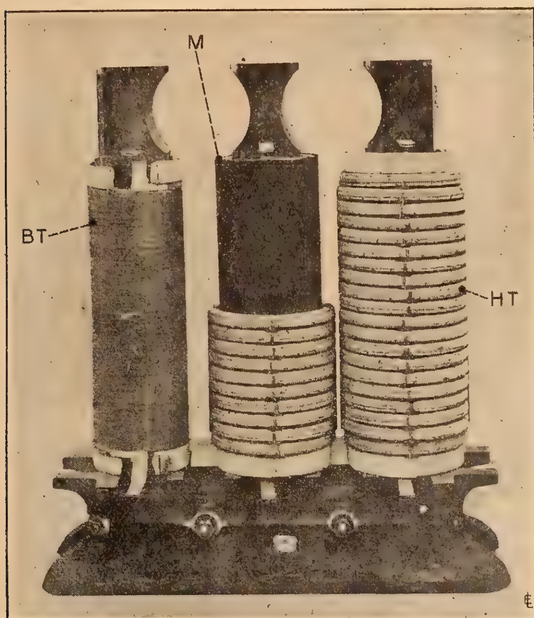


Fig. 12. — Disposition des bobinages et du circuit magnétique.
LÉGENDE : BT, basse tension; HT, haute tension; M, manchon isolant.

Pour protéger les bobinages haute tension contre l'humidité, en empêchant cette dernière de les pénétrer, les galettes sont, une fois terminées, imprégnées d'une matière spéciale qui reste constante à la température de fonctionnement du transformateur. L'imprégnation a lieu après séchage des galettes dans une étuve à vide chassant toute trace d'humidité, à une certaine pression qui fait pénétrer la matière isolante dans toute la masse du bobinage.

ÉCHAUFFEMENT DES TRANSFORMATEURS

Une question importante dans les transformateurs est celle de l'échauffement, la puissance étant limitée par cet échauffement.

Un refroidissement judicieux et bien établi permet de réduire celui-ci et d'augmenter dans de grandes proportions la puissance des transformateurs.

Les transformateurs présentent une meilleure utilisation du matériel et un meilleur rendement quand ils sont puissants, comme cela se présente pour toutes les autres machines d'ailleurs. Toutefois, un gros transformateur ne pourra pas supporter une charge relative aussi grande que celle d'un petit, cela

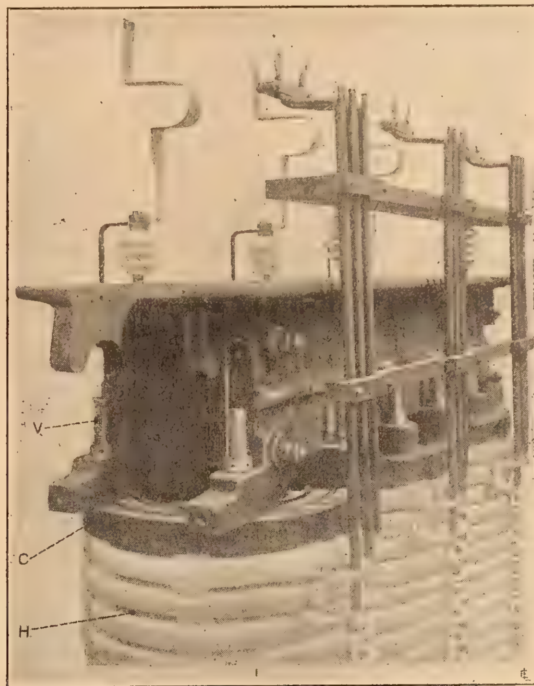


Fig. 13. — Dispositif rigide de maintien des bobines. — C, cerclage de bois dur; V, vis de serrage; H, circulation d'huile.

à cause de sa surface de refroidissement, qui est moindre par rapport à son volume que celle du petit transformateur, en admettant, bien entendu, que la quantité de chaleur rayonnée reste la même par unité de surface dans les deux cas.

Dans un transformateur la surface de refroidissement ne croît, en effet, que comme le carré de ses dimensions linéaires, alors que la puissance et les pertes, qui sont fonction de cette puissance, croissent comme le cube de ces dimensions. On voit que l'échauffement croîtrait rapidement avec la puissance et que si l'on voulait obtenir un échauffement constant la puissance devrait ne croître que comme le carré des dimensions.

(*A suivre.*) R. SIVOINE.

***

CANALISATIONS

Etablissement d'une ligne de distribution intérieure de force motrice et d'éclairage en câble armé.

L'emploi du câble armé pour les installations intérieures est très peu répandu en France. Il n'en est pas de même à l'étranger, aux Etats-Unis et en Allemagne principalement, et déjà bien avant la guerre. Les installations en câble armé présentent en effet certains avantages sur les installations normales sur isolateurs ou sous tubes.

Dans les installations sur isolateurs et ferrures, on a toujours l'inconvénient d'avoir une nappe de fils plus ou moins importante fixée au plafond avec des descentes souvent difficiles à réaliser pratiquement, surtout lorsque les moteurs à alimenter ne se trouvent pas placés contre des murs ou des cloisons; et ceci indépendamment du point de vue esthétique, qui dans une usine se résume le plus souvent par la netteté. Il est évident qu'une nappe de fils, avec raccordements et descentes donne le plus souvent une apparence d'installation provisoire, et une telle installation ne présente pas justement un caractère de simplicité et de propreté.

Les installations avec tubes en fer plombé présentent un aspect soigné, si elles sont faites convenablement; mais ici la complication donne souvent beaucoup d'ennuis. Pour des lignes alimentant un certain nombre de moteurs de force moyenne, on est obligé d'adopter naturellement un câble par tube, et comme ces câbles ont des sections parfois assez fortes, les diamètres des tubes atteignent aussi des valeurs assez élevées. Les dérivations qui se font avec des équerres ou des tés aux endroits les plus divers entraînent un montage coûteux, long et difficile. Il faut donc, pour ce genre d'installation, avoir des monteurs adroits et très soigneux, ce qui est assez rare. Dans les installations présentant un certain nombre de lignes il arrive souvent que le monteur fait des erreurs, et les réfections ont pour conséquence des frais supplémentaires et des pertes de temps notables.

Nous pensons qu'on a le plus souvent intérêt à envisager la possibilité d'une installation en câbles armés. Tous les inconvénients cités plus haut sont supprimés. On a une installation très propre puisque le câble est posé dans des caniveaux. On n'a pas la complication du montage sous tubes ni tous les ennuis qui en découlent.

Si le prix de revient de ces installations en câbles, telles qu'on les pratique actuellement en France, est assez élevé et semble d'abord prohibitif c'est qu'on ne les établit pas rationnellement en général, surtout au point de vue des dérivations.

Quand on a une assez grande quantité de moteurs à installer, le prix de revient d'une installation en câbles rationnellement établie est toujours très inférieur à celui d'une installation sous tube. Et souvent même nous affirmons qu'il est moins élevé que celui d'une installation sur ferrures et isolateurs.

On n'aura pas d'ennuis avec l'appareillage spécial, et notamment les boîtes de jonction et dérivation, si celles-ci sont installées par un personnel bien au courant.

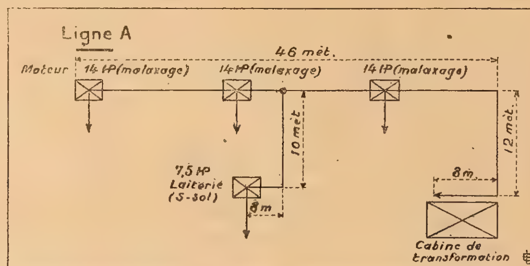


Fig. 1.

Le seul inconvénient qui semble donc subsister c'est qu'en cas d'avarie dans les lignes on a toujours l'ennui d'avoir à rechercher le câble dans les caniveaux. Mais cet inconvénient disparaît encore, si on a soin de bien calculer les sections de câbles en prévision de surcharges toujours possibles (ou d'augmentation du nombre des moteurs); si l'on place aux endroits convenables l'appareillage de protection (coupe-circuits et fusibles); et enfin si la pose dans les caniveaux est faite avec toutes les précautions et le soin nécessaire.

Nous nous proposons de montrer dans un exemple très simple que nous avons eu à réaliser, comment on doit procéder pratiquement dans l'établissement des lignes et des dérivations pour arriver à un prix de revient convenable.

L'exemple que nous allons envisager se rapporte à l'installation des différents services d'une beurrerie moderne.

Cette beurrerie était alimentée par du courant triphasé 3.000 volts, 50 périodes. On avait installé un poste de transformation comprenant deux transformateurs 10.000 /200-115 volts, 30 k. V. A. chacun.

Les différents services comprenaient au point de vue force motrice :

1° *Deux compresseurs :* vitesse 85 tours minute, volant de 2.500 mm. de diamètre et 225 mm. de largeur.

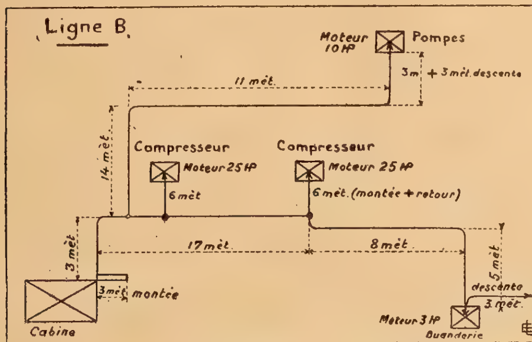


Fig 2.

Pour ces compresseurs on a prévu :

Deux moteurs triphasés 200 volts, 50 périodes, 25 HP, 960 tours minute avec poulie de 225 × 225 mm.

Le rapport des vitesses étant très élevé, on avait en outre prévu deux enrouleurs pour la commande de ces deux machines.

2° *Laiterie :* Il fallait pour les services de la laiterie un moteur de 7,5 HP à 1.450 tours minute avec poulie de 140 × 110.

3° *Services de la beurrerie proprement dite :* trois moteurs de 14 HP à 960 tours minute avec poulies de 200 × 220 pour le malaxage des beurres.

Ces moteurs étaient utilisés pour l'entraînement d'une transmission absorbant une puissance variable.

Vitesse de transmission, 180 tours minute.

Diamètre des poulies de la transmission, 1.065 mm.

Largeur des poulies de la transmission, 220 mm.

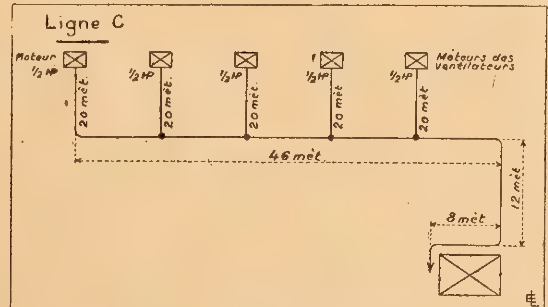


Fig. 3.

4° *Pompes :* Ces pompes étaient entraînées par un seul moteur de 10 HP à 960 tours minute, poulie de 200 × 135 mm.

5° *Buanderie :* La buanderie demandait un moteur de 3 HP 1.450 tours minute.

6° *Ventilateurs :* 5 moteurs de 0,5 HP à 3.000 tours.

***

Les lignes d'alimentation devaient partir de la cabine de transformation située à une des extrémités de la beurrerie.

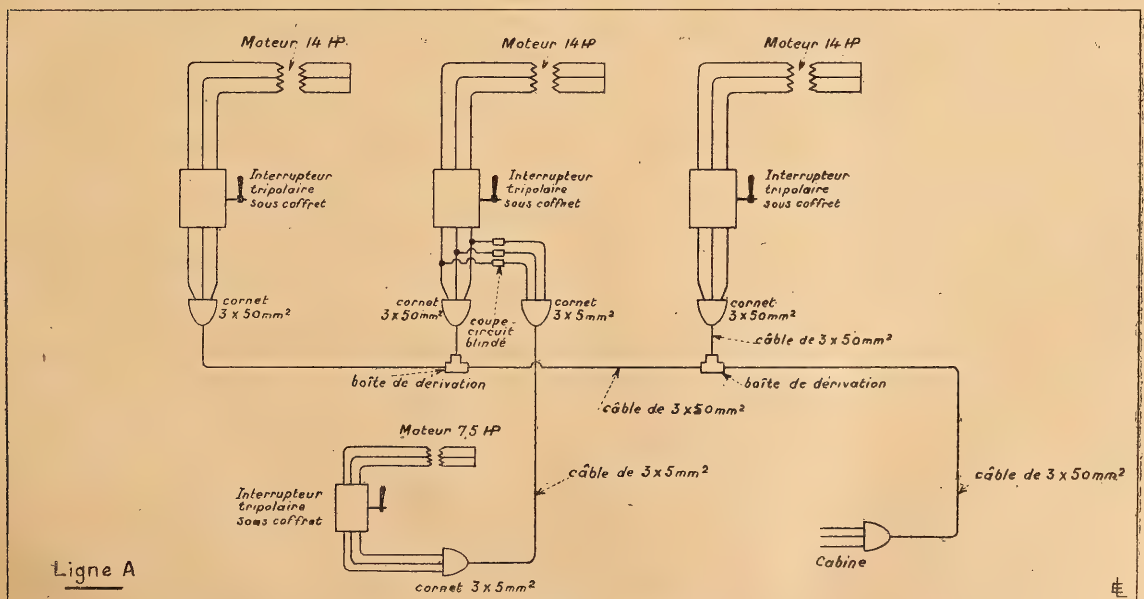


Fig. 4.

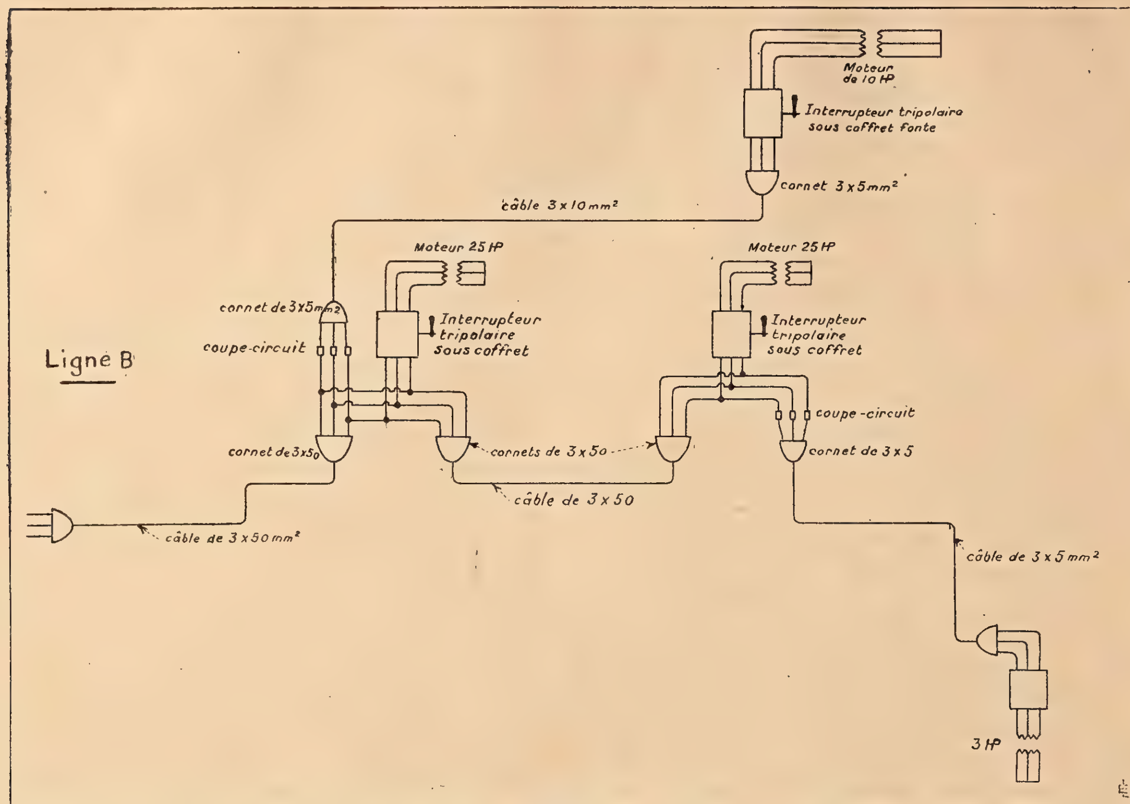


Fig. 5.

On a prévu, après une étude préalable et en tenant compte de la répartition des différents moteurs et de leur situation respective, trois circuits distincts de force motrice, un circuit spécial pour l'éclairage.

De même, après différents avants-projets, on a reconnu que l'installation en câbles armés devait revenir à un prix à peu près identique à celui de l'installation sur isolateurs et ferrures.

Or, dans ce cas, on avait un autre intérêt à faire l'installation en câbles armés : en effet en supposant une installation ordinaire dans les différentes parties de la beurrerie, on devait craindre les conséquences de l'humidité constante des différentes salles (laiterie, buanderie...)

***

La figure 1 représente schématiquement la disposition de la ligne A avec l'emplacement respectif des moteurs et les longueurs approximatives mesurées à l'échelle sur un plan complet.

La ligne A alimente le service de la beurrerie (malaxage des beurres) au moyen de trois moteurs de 14 HP et la laiterie au sous-sol au moyen d'un moteur de 7,5 HP.

De même, la figure 2 représente schématiquement la ligne B alimentant les compresseurs, les pompes et la buanderie ; soit 2 moteurs de 25 HP, 1 moteur de 10 HP et 1 moteur de 3 HP.

Enfin, la figure 3 représente la ligne C alimentant les moteurs des ventilateurs.

***

Nous avons indiqué ensuite, en reprenant chaque ligne séparément, comment on doit prévoir sa constitution surtout au point de vue de l'appareillage.

Nous donnons ci-dessous la nomenclature telle qu'elle doit être faite en vue d'un devis :

1° *Ligne A* (fig. 4).

59 mètres câble armé à 3 conducteurs 3 × 50 mm².
20 — — — 3 × 5 mm².
12 — câble isolé 15 mm² pour les stators des moteurs triphasés de 14 HP.
15 mètres câble isolé 10 mm² pour les rotors des moteurs triphasés de 14 HP.
5 mètres câble isolé 5 mm² (stator 7,5 HP).
5 — — 12/15 mm² (rotor 7,5 HP).
4 cornets de 3 × 50 mm².
2 — 3 × 5 mm².

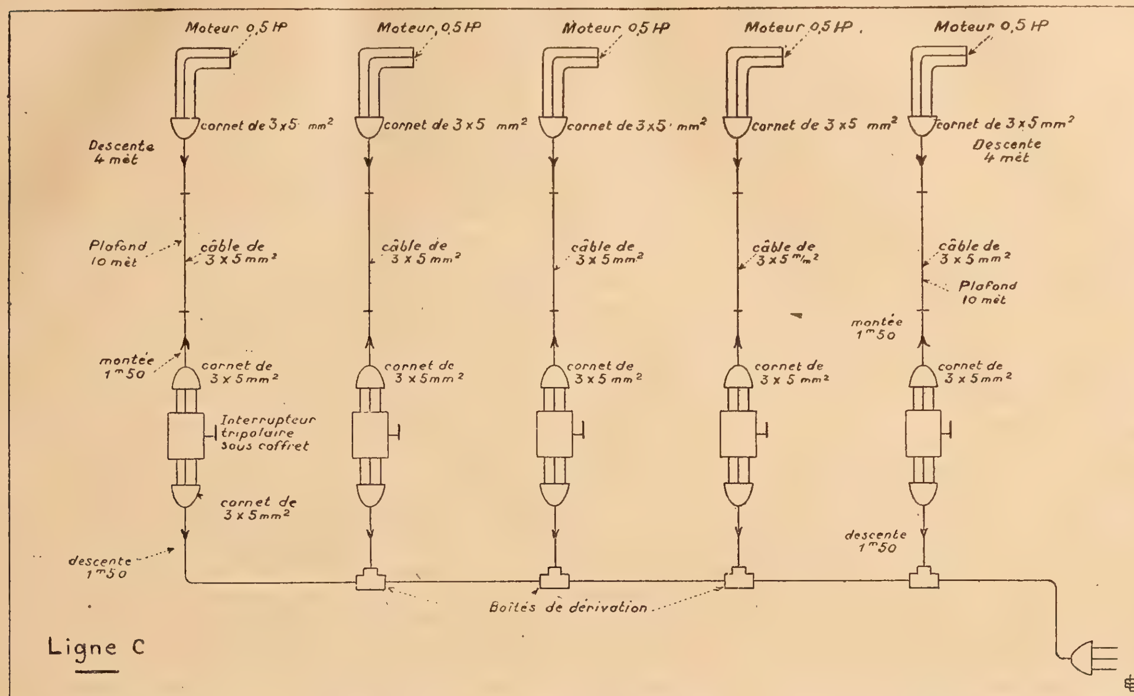


Fig. 6.

2 boîtes de dérivation.

1 coupe-circuit blindé 60 ampères.

Pour les connexions entre la ligne et les stators des moteurs triphasés, après la sortie des cornets ainsi que pour les connexions entre les rotors de ces moteurs et les rhéostats, il est évident qu'il faut utiliser des câbles isolés. Les sections de ces câbles sont calculées d'après les intensités, en se servant des tableaux indiquant les densités à admettre suivant les sections.

En ce qui concerne les stators, on peut admettre d'une façon générale en courant triphasé 200 volts une intensité 3 ampères par cheval. C'est une règle facile et qui évite de faire des calculs simples mais assez longs.

Pour les rotors, on sait que l'intensité rotorique varie suivant les maisons de constructions et suivant les types. Il faudra donc se renseigner auprès des constructeurs pour connaître ces intensités rotoriques.

Les longueurs sont mesurées sur les plans, ou sur place, en tenant compte des distances dans les montées et dans les descentes. Pour chaque moteur, on a prévu un interrupteur tripolaire avec coupe-circuits et fusibles, sous coffret blindé, et ceci en raison de l'humidité qui se trouve dans tous les locaux.

Mais il convient, en outre, de protéger chaque ligne. Or, les lignes principales A, B, C partent du tableau Basse Tension qui se trouve dans la cabine de transformation. Chacune de ces lignes est commandée par un interrupteur tripolaire situé sur ce tableau et à l'origine se trouve un coupe-circuit tripolaire avec fusibles.

Ces lignes A et B passent par deux interrupteurs tripolaires de 150 ampères avec coupe-circuits. La ligne C passe par un interrupteur tripolaire de 75 ampères avec coupe-circuits.

Il faut donc simplement protéger les lignes de dérivation qui se branchent sur les lignes principales. C'est ainsi que l'on a placé un coupe-circuit blindé sur la dérivation qui va au moteur de 7,5 HP. Il faut bien remarquer comment cette dérivation a été conçue pour éviter l'emploi d'une troisième boîte de dérivation, car ces boîtes sont assez coûteuses.

2° *Ligne B* (fig. 5).

De même pour la ligne B, on compte :

30 mètres câble armé de 3×50 mm²;

18 mètres câble armé de 3×5 mm²;

10 mètres câble isolé 20 mm² pour les moteurs de 25 HP (stators);

10 mètres câble isolé 25 mm² pour les moteurs de 25 HP (rotors);

28 mètres câble armé de 3×10 mm²;
5 mètres câble isolé 10 mm² pour le moteur de 10 HP (stator);
5 mètres câble isolé 15 mm² pour le moteur de 10 HP (rotor);
5 mètres câble isolé 5 mm² pour le moteur de 3 HP (stator);
5 mètres câble isolé 10 mm² pour le moteur de 3 HP (rotor);
4 cornets de 3×50 mm²;
2 cornets de 3×10 mm²;
2 cornets de 3×5 mm²;
2 coupe-circuits blindés 60 ampères.

A remarquer de quelle manière sont conçues les dérivations des moteurs de 25 HP, toujours afin d'éviter l'emploi coûteux des boîtes de dérivation

3° *Ligne C* (fig. 6) :
16 cornets de 3×5 mm²;
4 boîtes de dérivation de 3×5 mm²;
150 mètres de câble armé 3 conducteurs 3×5 mm²;
5×5 mètres câble isolé 5 mm² pour les moteurs et les interrupteurs tripolaires.

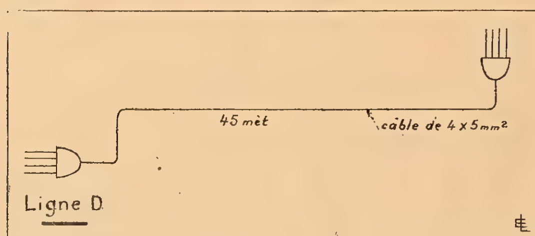


Fig. 7.

Les interrupteurs ne pouvaient se trouver plus à proximité des moteurs, car les ventilateurs étaient en sous-sol. On était donc obligé, pour avoir une commande pratique, de procéder comme nous l'indiquons sur la figure 6.

4° *Ligne D* (fig. 7) :

La ligne D, destinée à l'éclairage, comprenait simplement un câble à 4 conducteurs de 4×5 mm², afin de pouvoir prendre cet éclairage sous 115 volts entre phase et neutre.

Soit :
45 mètres câble armé 4 conducteurs 4×5 mm²;
2 cornets de 4×5 mm².

***

Ajoutons enfin, pour terminer, que les rhéostats et les interrupteurs avec coupe-circuits sous coffrets étaient montés sur un châssis en fer U pour chacun des moteurs. Ce châssis était monté à 50 centimètres du mur environ au moyen de montants.

Léon DEPIERRIS,
ancien professeur d'essais de machines à l'École Bréguet.

APPAREILS DE MESURES

SYNCHRONISATION ET SYNCHRONOSCOPES

Conditions de couplage. — Deux alternateurs doivent avoir, au moment du couplage, des tensions égales et les pulsations de leur différence de potentiel aux bornes en concordance de phases; en outre, la charge doit être également répartie sur les différents générateurs.

Les moyens de vérifier le décalage de phase sont assez divers :

1° Fréquencemètres à lames et à balance;
2° Lampes de mise en phase;
3° Voltmètres de couplage;
4° Synchronoscopes.

Tous ces appareils s'emploient suivant la nature et la puissance des installations.

La synchronisation au moyen de lampes est difficile et inexacte, et tout à fait incapable de répondre aux exigences des stations centrales modernes, car les lampes n'indiquent que des différences de phase importantes. Pour cette raison, l'emploi de lampes de synchronisme n'est pas suffisamment précis pour les machines de grande inertie.

Avec les dimensions toujours croissantes des alternateurs, il est indispensable que la synchronisation s'accomplisse d'une façon parfaite. Cela est encore plus nécessaire lorsque les interrupteurs sont actionnés indirectement ou automatiquement, car on doit prévoir le « retard » du mécanisme de fermeture.

Nous allons étudier le montage d'un synchronoscope pour circuit triphasé.

Synchronoscope. — Le synchronoscope est un appareil de tableau, en tout semblable à un voltmètre ou ampèremètre, avec un cadran et aiguille, donnant par son mouvement, le sens de changement de vitesse à transmettre à la machine que l'on veut coupler; l'index mobile indique, soit « ralentir », soit « accélérer ».

Le principe général est basé sur le décalage de deux enroulements fixés sur une armature, une résistance ohmique et une self ou une capacité, suivant les constructeurs.

On emploie aussi un petit moteur synchrone commandant l'aiguille, l'inducteur fixe est relié aux barres et engendre un champ alternatif, l'induit tambour est bobiné en deux parties isolées et calées à 90 degrés.

Il se forme alors un couple réagissant sur le champ alternatif, le rotor se meut dans le sens du décalage et indique par l'aiguille les manœuvres à faire pour obtenir la synchronisation.

Pour les hautes tensions, on intercale un transformateur shunt entre les barres et l'appareil.

Voici la description et le montage avec les lampes du *synchronoscope* construit par la Compagnie Electro-Mécanique.

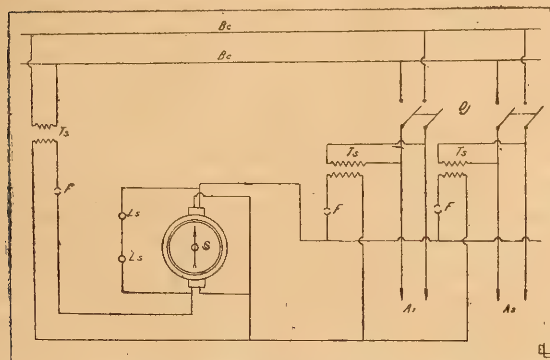


Fig. 1. — Schéma de connexions pour circuit polyphasé (sur 1 phase), lampes allumées.

LÉGENDE : A_1, A_2, alternateurs ; B, barres collectrices ; Dj, disjoncteur principal, F, fiche ; Ls, lampes de synchronisation ; S, synchronoscope ; B, transformateur shunt.

Mouvement. — L'appareil est constitué essentiellement par deux enroulements fixes ; le principal à l'extérieur, et l'autre à l'intérieur. Le premier est formé de deux bobines comportant un grand nombre de spires en fil fin. Il est disposé de façon à produire un champ tournant uniforme lorsqu'il est connecté sur une phase du circuit principal. L'enroulement intérieur est également constitué par un grand nombre de spires en fil fin. Il est connecté sur une phase de la machine à synchroniser et, quoique fixe, il sert à exciter une paire d'ailettes en fer montées sur un pivot et logées dans la sphère d'action du champ tournant. Il se développe dans ces ailettes, sous l'influence de l'enroulement intérieur, des pôles alternatifs qui varient en fréquence et phase avec la tension de la machine à synchroniser. Elles tendent donc à se mettre en ligne avec le champ résultant produit par l'enroulement extérieur, avec lequel les pôles s'accordent en phase, à cet instant. Une aiguille montée sur un arbre à pivot, indique la position des ailettes.

Fonctionnement. — Le rôle de cet appareil est :

1° D'indiquer si la machine à coupler marche plus vite ou moins vite que les machines en service ;

2° D'indiquer de combien diffèrent les vitesses des machines ;

3° D'indiquer le moment exact du synchronisme.

Ces indications sont données par l'aiguille qui tourne à une vitesse proportionnelle à la différence de vitesse des deux machines et s'arrête au zéro du cadran au moment où les machines sont en phases. De plus, l'aiguille se meut dans la direction « retard» lorsque la machine marche trop lentement, et dans la direction « avance » si elle marche trop vite. L'angle formé par l'aiguille et le repère figuré sur le cadran représente la différence de phase réelle entre les deux forces électromotrices.

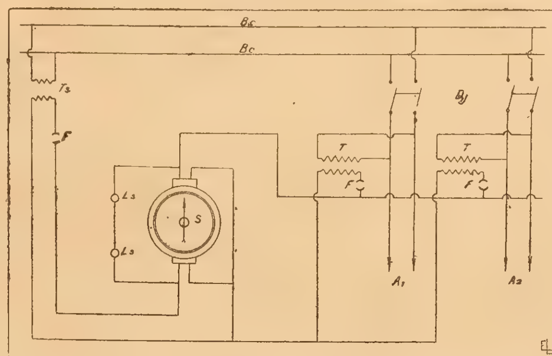


Fig. 2. — Même schéma que fig. 1, lampes éteintes.

Emploi. — L'appareil synchronise une phase de la machine à coupler avec la phase correspondante des machines en marche. Il convient pour les circuits monophasés, biphasés ou triphasés.

Quoique le synchronoscope monophasé normal s'emploie pour tous les circuits, on peut construire des appareils polyphasés ; l'enroulement principal est alors connecté à deux ou trois phases du circuit principal (il faut, dans ce cas, deux transformateurs shunt sur les barres collectrices au lieu d'un). L'enroulement intérieur est connecté à une des phases de la machine à coupler.

Le prix des appareils monophasés et plolyphasés est le même. Toutefois, pour les appareils polyphasés, il faut ajouter le transformateur shunt supplémentaire, s'il y a lieu.

Consommation. — L'enroulement connecté à la machine à coupler consomme 10 watts et celui connecté aux machines en marche 15 watts. L'appareil peut fonctionner avec n'importe quels transformateurs shunt, on peut employer ceux qui alimentent les autres appareils de l'installation.

J.-F. VACHET.



EXTRAITS — COMPTE-RENDUS

Les charbons pour projecteurs.

Une série d'expériences ont été faites, sur la demande de l'Amirauté anglaise, en vue de : *a*) déterminer la meilleure méthode d'essai des charbons afin de comparer leur valeur pour les projecteurs ; *b*) comparer les qualités relatives des charbons existants pour produire des faisceaux lumineux de haute intensité ; *c*) déterminer les améliorations qu'on pourrait apporter, soit aux charbons, soit aux méthodes pour les brûler.

On s'était proposé au début de faire des mesures d'éclairement en différents points d'un faisceau de projecteur, mais les causes d'erreur rencontrées furent si grandes que ce procédé fut abandonné pour être remplacé par une méthode de laboratoire.

Au laboratoire, les charbons furent brûlés au centre d'un photomètre intégral de forme cubique, et des mesures simultanées furent faites de la puissance lumineuse moyenne en bougies donnée par l'arc et de l'éclat du cratère positif. On compara ainsi treize types différents de charbons, les uns déjà en usage en France et en Angleterre, les autres spécialement préparés par la « General Electric Company ». Des essais furent faits avec deux dispositifs ayant pour but le réglage de l'arc et son maintien au centre du cratère pour assurer une usure égale des charbons. Un de ces dispositifs était électromagnétique, tandis que l'autre dépendait d'une lente rotation du charbon positif.

Dans la méthode d'essai qui fut adoptée, les charbons furent examinés seuls sans miroir. Deux quantités surtout furent considérées : *a*) le flux total de lumière émis par les charbons seuls ; *b*) l'éclat intrinsèque du cratère positif. Ce dernier est le plus important car de lui dépend la portée du faisceau du projecteur. Si l'éclat du cratère peut être soigneusement mesuré, il fournit un critérium direct de l'aptitude du charbon à donner un faisceau de haute intensité, pourvu que le projecteur soit réglé pour donner un faisceau de divergence minimum. Si cependant l'on obtient un faisceau de divergence donnée, l'intensité sera directement proportionnelle au flux total de lumière donné par le cratère positif, quels que soient sa taille et son éclat. Dans ce but donc, le facteur le plus important est le flux total émis vers le miroir, ou, ce qui peut être considéré comme proportionnel à ce flux pour les charbons ordinaires, la puissance moyenne en bougies du cratère dans les directions embrassées par le miroir.

On a employé pour les mesures le principe du photomètre à sphère, mais la sphère a été remplacée par un cube blanchi de 2 mètres de côté. La lampe à arc est entièrement commandée de l'extérieur du cube. Deux images à angles droits entre elles et avec l'axe des charbons sont projetées sur les murs du cube ; elles permettent l'examen de l'arc pendant qu'il brûle. Il n'est nécessaire d'ouvrir le cube que pour changer les charbons. La ventilation est assurée par des volets réglables sur les côtés et au sommet. On évalue simultanément l'éclat du cratère et la puissance lumineuse en bougies. L'éclat est mesuré à l'aide d'un photomètre en projetant une image agrandie du cratère. Par l'emploi d'une lentille négative placée de sorte que l'image soit à un foyer, il devient possible d'isoler toute faible portion de l'image du cratère et de déterminer l'intensité en ce point.

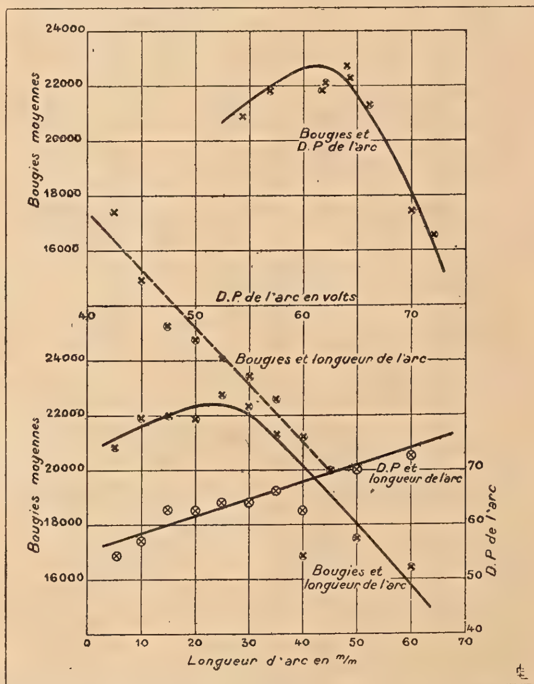


Fig. 1. — Variation de la puissance en bougies avec la différence de potentiel et la longueur de l'arc.

On avait supposé *à priori* que la puissance lumineuse en bougies varierait avec le potentiel ou avec l'intensité, mais une étude sérieuse montra que si la différence de potentiel et la longueur de

l'arc augmentent ou diminuent en même temps, une forte variation de ces quantités ne produit aucun changement sensible dans la puissance moyenne en bougies. La figure 1 donne une série de mesures de la puissance moyenne en bougies obtenue avec des charbons imprégnés « Apostle » de 28 millimètres et prenant 180 ampères pour des potentiels variant de 55 à 72 volts.

Les points correspondants à des longueurs d'arc inférieures à 35 millimètres n'indiquent une variation définie de puissance ni dans un sens ni dans l'autre. On voit qu'un accroissement dans la longueur de l'arc ou dans la différence de potentiel ne produit aucune augmentation de la puissance en bougies.

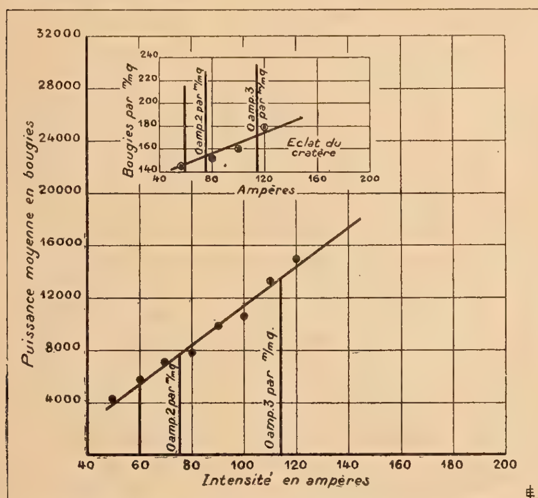


Fig. 2. — Courbes des puissances et éclats du cratère en fonction des intensités.

Les essais ont montré également que pour les types de charbons considérés, il n'y a pas de différence sensible soit dans la puissance lumineuse moyenne en bougies, soit dans l'éclat du cratère pour des charbons du même diamètre fonctionnant avec la même intensité de courant.

Le rendement en bougies par ampère cependant augmente quelque peu pour la même densité de courant, lorsque le diamètre du charbon positif augmente; ce fait peut être attribué, en partie tout au moins, à la plus grande surface de refroidissement relative des charbons plus petits. Ces conclusions se vérifient par les courbes obtenues et dont nous donnons un exemple fig. 2. Les courbes inférieures donnent les bougies moyennes en fonction de l'intensité; les courbes inférieures donnent l'éclat du cratère en bougies par millimètre carré en fonction de l'intensité. Le charbon employé était du type « Apostle » de 22 millimètres de diamètre, 60 ampères par millimètre carré. On a pu obtenir dans l'ensemble un bon fonctionnement sans dispositif électromagnétique jusqu'à 100 ampères; avec le dispositif en question on a pu aller jusqu'à 130 ampères. La différence de potentiel variait de 50 à 80 volts pour des longueurs de l'arc variant de 10 à 40 millimètres et avec des intensités variant de 50 à 120 ampères.

M. G.

(D'après *The Electrician*).

La régulation des générateurs synchrones.

Il n'est que très rarement possible de déterminer la régulation d'un gros alternateur, sous charge variable, par une mesure directe. Cette méthode entraîne en effet des dépenses considérables et nécessite une puissance plus considérable que celle que l'on peut d'ordinaire obtenir dans les usines moyennes. Il faut donc avoir recours à des méthodes ne nécessitant qu'une quantité d'énergie relativement faible. Il en existe d'ailleurs un certain nombre permettant d'obtenir des résultats très précis à l'aide d'essais peu coûteux et de calculs appropriés.

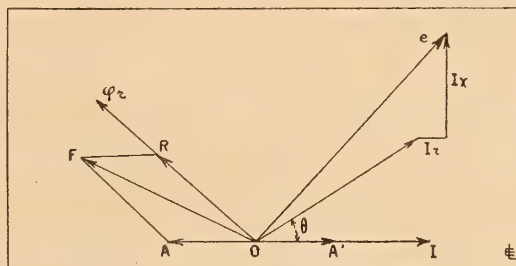


Fig. 1.

L'Electrician a exposé les différentes méthodes généralement employées. L'auteur explique tout d'abord comment l'on obtient le diagramme relatif aux alternateurs. Sur ce diagramme représenté figure 1, V représente la différence de potentiel aux bornes de l'alternateur, en avance sur l'intensité I de l'angle θ. Ir et Ix sont respectivement la résistance et la perte par réactance, e est la tension engendrée dans la machine. Cette tension engendrée e est due à un flux φ_r qui peut être commodément représenté par un vecteur de temps de 90 degrés en avance sur e. Pour produire le flux φ_r il faut une force magnétomotrice R (déterminée par la caractéristique à charge nulle de la machine). Une partie de celle-ci F, est obtenue par l'enroulement de champ, et une autre partie A, par l'enroulement d'induit. On voit sur le diagramme comment se détermine F, c'est-à-dire comment l'on obtient la force magnétomotrice nécessaire pour obtenir

une différence de potentiel V, aux bornes de l'alternateur.

L'application d'un tel diagramme à la détermination de la chute de tension en charge suppose la constance des pertes par réactance sous toutes les charges et en outre l'égalité des réluctances du circuit magnétique pour les forces magnétomotrices F, A et R. La première hypothèse se prête à certaines objections, mais la seconde est correcte dans le cas d'une machine à pôles non saillants.

Il est désirable toutefois en faisant les essais pratiques pour la détermination de la réactance et de la réaction d'induit d'un alternateur, de se placer autant que possible dans les conditions de marche normale.

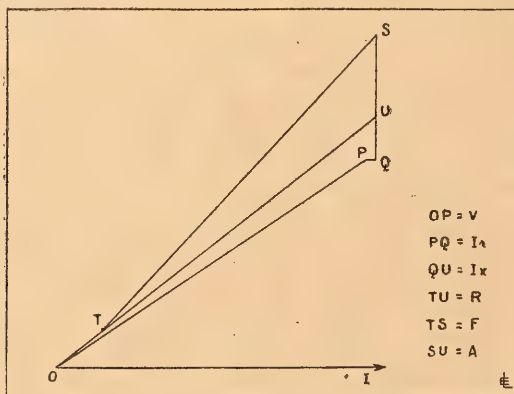


Fig. 2.

Il est préférable pratiquement de faire tourner le triangle O R F de 90 degrés, ce qui donne la figure 2 (avec de nouvelles lettres). Si l'échelle de la force magnétomotrice est modifiée de telle sorte que R soit représenté par la même longueur que *e*, la tension qu'elle produit, nous obtenons le diagramme bien connu de la figure 3.

Si l'on dispose de la caractéristique en circuit ouvert, et que les coefficients de réactance et de réaction d'induit soient connus, il est facile de déterminer rapidement la régulation pour une charge quelconque. Supposons par exemple que la caractéristique en circuit ouvert soit celle de la figure 4; il s'agit de déterminer la régulation pour une charge de 300 ampères par phase avec un facteur de puissance de 0,9, en supposant la résistance par phase égale à 0,12 ohm, les coefficients de réactance et de réaction d'induit égaux respectivement à 2 ohms et à 0,15 ohm (ce qui signifie que le courant d'induit doit être multiplié par 0,15 pour obtenir le courant inducteur équivalent).

O P est porté (fig. 2) égal à 5.000 volts,

$$P\varphi = 36 \text{ V}, \varphi U = 600 \text{ V},$$

d'où O U le voltage engendré = 5.410 V. Ce dernier serait produit par un courant conducteur TU = 185 A; SU = 45 A, d'où ST = 217,5 A, qui d'après la caractéristique en circuit ouvert est trouvé correspondre à 5.700 volts.

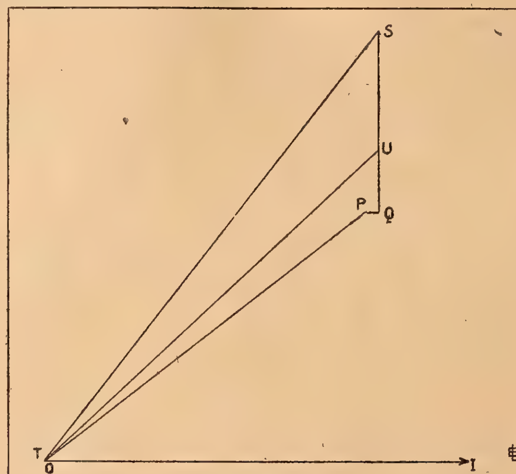


Fig. 3.

L'auteur donne ensuite un moyen rapide permettant de tracer le diagramme ci-dessus, c'est-à-dire de lire directement sur une échelle appropriée la chute de tension correspondant à une charge quelconque, par la méthode que nous venons d'exposer. Puis il discute les différentes méthodes généralement employées et donne quelques exemples

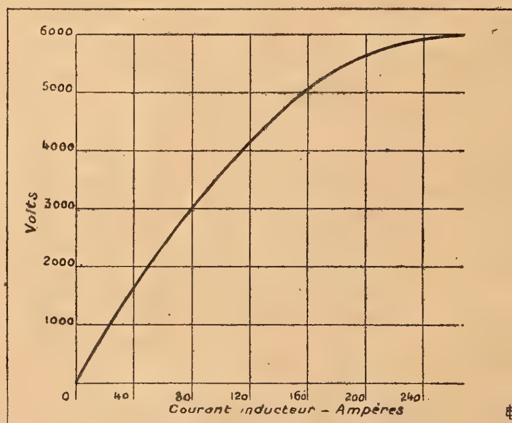


Fig. 4.

pratiques permettant de comparer les résultats auxquels elles conduisent. Ces méthodes peuvent être résumées de la façon suivante :

a) Méthode d'impédance synchrone, soit avec court-circuit, soit avec facteur de puissance nul.

b) Méthodes de force magnétomotrice, soit avec court-circuit, soit avec facteur de puissance nul.

c) Méthode de Potier et ses diverses modifications.

d) Méthode de Blondel, ou des deux réactions, dans laquelle la réaction d'induit est décomposée en composantes démagnétisantes et magnétisantes transversales.

La méthode *d*) est incontestablement la plus scientifique quand il s'agit de générateurs à pôles saillants. Son avantage sur la méthode générale convenablement appliquée est faible cependant, et il est douteux que son exactitude plus grande compense la complication qu'elle comporte. L'auteur préfère la méthode de Potier modifiée qu'il explique en détail et qui s'applique aux alternateurs à pôles non saillants.

Toutes ces méthodes donneraient des résultats identiques pour une machine à noyau d'air; les différences entre les méthodes résultent des moyens adoptés pour tenir compte de la variation des facteurs, suivant la grandeur et la nature de la charge.

Conclusion. — Les méthodes décrites par l'auteur permettent d'obtenir à la fois la réaction d'induit et la réactance avec une précision très grande, si l'on suppose que ces quantités sont indépendantes du facteur de puissance. Pour les générateurs à pôles non saillants, l'hypothèse est parfaitement justifiable. Même avec les générateurs à pôles saillants, l'exactitude des résultats obtenus est souvent très bonne. Dans ce dernier cas, on peut obtenir une plus grande exactitude en scindant la réaction d'induit en deux composantes. M. G.

Informations.

Autorisations. — Concessions.

Allier et Saône-et-Loire. — La Compagnie de Distribution d'énergie électrique se propose de faire de la distribution d'énergie électrique aux services publics sur le parcours d'une canalisation établie entre les mines de Bert et Digoin et traversant les communes de Montcombroux, Liernolles, Le Donjon, Saint-Didier-en-Donjon, Le Pin, Saint-Léger-sur-Vousance, Chassenard et Digoin.

L'énergie serait distribuée sous forme de courant triphasé à la tension de 20.000 volts environ et à la fréquence de 50 périodes.

Le courant produit proviendrait :

1° De l'usine centrale thermique de la compagnie des mines de Bert et Montcombroux installée sur le carreau de la mine à Bert;

2° De l'usine hydraulique de la compagnie électrique de la Loire et du Centre établie sur la rivière le Cher à Teillet-Argenty;

3° Il pourra provenir par la suite de l'usine hydraulique installée sur la rivière de la Besbre dont la compagnie centrale de distribution d'énergie électrique envisage la réalisation à Châtel-Montagne, et accessoirement des usines voisines avec lesquelles les installations de la compagnie centrale pourront être raccordées.

Alpes-Maritimes. — Diverses réclamations ont été formulées par les abonnés à l'électricité de Cannes, au sujet du relèvement des tarifs de vente de l'énergie électrique formulé par la Société « Eclairage électrique de Cannes », concessionnaire de la distribution dans cette commune.

Ces relèvements de tarifs auraient pour objet de compenser les dépenses résultant pour cette société de l'exécution des travaux importants, notamment d'extension du réseau, de l'amélioration de l'éclairage public et de l'installation d'un groupe électrique de secours qui ont été demandés par la municipalité.

Calvados. — La société du secteur électrique de la vallée d'Auge a présenté une demande de concession pour l'établissement d'une distribution d'énergie électrique entre Lisieux et Livarot.

Charente. — La société « Union électrique Régionale » dont le siège social est à Civray (Vienne) a demandé l'autorisation d'établir, sous le régime des concessions d'Etat, une distribution d'énergie aux services publics, sur le parcours de Civray à Ruffec, avec extensions sur Sauzé-Vaussais, Villefragnan, Tusson et Salles-de-Villefragnan dans les départements de la Charente, de la Vienne et des Deux-Sèvres.

Cette affaire est actuellement soumise à l'instruction réglementaire.

Côtes-du-Nord-Morbihan. — La Société Générale d'entreprises a demandé la concession par l'Etat d'une distribution d'énergie électrique aux services publics dans les départements du Morbihan et des Côtes-du-Nord.

Cette concession a pour objet la distribution de l'énergie aux services publics organisés en vue des transports en commun de l'éclairage électrique ou privé ou de la fourniture de l'énergie aux particuliers sur les parcours des lignes suivantes :

1° La ligne reliant l'usine hydro-électrique projetée sur le Blavet à 1.300 mètres en amont de Saint-Aignan à Saint-Brieuc en traversant les communes de Saint-Brieuc, Le Maugon, Ploufragan,

Trégueux, Saint-Julien, Plédran, Plaine-Haute, Plaintel, Saint-Brandan, Lanfains, Le Bodéo, Allineuc, Saint-Martin-des-Prés, l'Hermitage, Merléac, Uzel, Saint-Hervé, Saint-Gilles du Vieux Marché, Le Quillio, Saint-Guen, Saint-Thélo, Saint-Gelven, Mur-de-Bretagne, dans le département des Côtes-du-Nord, Saint-Aignan, dans le département du Morbihan.

2° La ligne reliant ladite usine à Baud et à Auray en traversant les communes de :

Saint-Aignan, Kergrist, Neuillac, Cléguérec, Saint-Gérand, Malguérac, Pontivy, Noyal-Pontivy, Le Sourn, Saint-Thuriau, Moustoir-Remugnel, Bienzy, Pluméliau, Saint-Barthélemy, Guénin, Remungol, Baud, Camors, La Chapelle-Neuve, Pluvigner, Brandivy, Brech, Landaul, Plumeret, Auray, dans le département du Morbihan.

3° L'embranchement Baud à Hennebont et traversant les communes de :

Baud, Languidic, Quistinic, Branderion, Inzinzac, Hennebont, dans le département du Morbihan.

4° L'un ou l'autre des deux tracés suivants :

Soit la ligne Baud à Ploermel et traversant les communes de :

Baud, Guénien, La Chapelle, Plumelin, Loeminé, Moustoirac, Moérac, Bignan, Saint-Allouestre, Buléon, Guehenne, Lantillac, Guégon, Josselin, La Croix-Helléan, Saint-Servan, Guillac, Ploermel, dans le département du Morbihan.

Soit les deux tronçons Auray à Vannes et Auray à Quiberon et traversant les communes de :

Auray, Plumeret, Plougoumelen, Ploeren, Plescop, Vannes, Ploermel, Crach, Plouharmel, Saint-Pierre, Quiberon, dans le département du Morbihan et éventuellement le tronçon Hennebont à Lorient traversant les communes de Hennebont, Caudan et Lorient dans le département du Morbihan.

Gironde. — Le secteur électrique du nord de la Gironde (ancienne Société Energie électrique de Coutras), a sollicité une distribution d'énergie électrique aux services publics devant s'étendre dans une zone du département de la Gironde ainsi délimitée :

Au Nord : par une ligne partant de Blay et passant par Saint-Martin de la Caussade, Saint-Seurin, Saint-Genès, Fours, Cartelègue, Campugnan, Generac, Saugon, Saint-Savin, Saint-Ysan, Saint-Mariens, Cavignac, Laruscape, Lapouyade, Maransin, Bayas, Cuitres, Coutras et Abzac.

A l'Est : par une ligne allant d'Abzac à Libourne (à l'exception de la ligne de Libourne).

Au Sud et à l'Ouest : par la rivière Dordogne, notamment sur le parcours du feeder principal s'étendant du St-Pey-d'Armens à Blaye en traversant les communes de Saint-Pey-d'Armens, Saint-Hippolyte, Saint-Etienne de Lisse, Saint-Christophe, Pomerol, La Lande, Les Billaux, Saillans, Saint-Aignan, Lugon, Verac, Mouillac, Salignac, Aubie, Virsac, Peujard, Cubnezais, Cezac, Pugnac, Lafosse, Saint-Vivien, Teuillac, St-Trojan, Berson et Blaye.

Oise. — Les Coopératives agricoles de l'Oise ont présenté une demande d'autorisation provisoire d'exécution des différents réseaux à basse tension des Coopératives du Catenoy et du Valois en ce qui concerne les communes de Angicourt, Brenouille, Catenoy, Cinqueux, Bailleul-le-Sec, Breuil-le-Sec, Epineuse, Monceaux, Nointel, Noroy, Saint-Aubin-sous-Erquery, Barbery, Baron, Brasseuse, Fleurines, Fresnoy-le-Luat, Rosoy-en-Multien, Rosières, Rully.

Mayenne. — La Société de distribution d'électricité de l'Ouest a déposé une demande de concession pour une ligne partant de la jonction des routes de Bouillé-Mesnard, Renazé, Pouencé-Craon, pour aboutir à Craon.

Cette ligne doit distribuer de l'énergie électrique aux populations situées sur son parcours et empruntera le territoire des communes de Renaze, Saint-Saturnin, Saint-Martin-du-Limé, Bouchamps-les-Craon, Niafles et Craon.

L'énergie sera produite sous forme de courant alternatif triphasé par la centrale thermique de Segré (Maine-et-Loire), et le courant sera distribué à la fréquence de 50 périodes sous une tension de 15.000 volts.

Meurthe-et-Moselle et Moselle. — M. Tribout, propriétaire du secteur « La Seille électrique », à Naney, a demandé une concession de distribution d'énergie électrique pour éclairage et force motrice devant s'étendre sur les départements de Meurthe-et-Moselle et de Moselle en traversant les communes de Arraye, Hams, Chenicourt, Letricourt, Craincourt, Aulnoye, Ajoncourt, Fossieux, Manhoué Lanfroicourt, Bey et éventuellement Aboncourt.

Seine-et-Oise et Seine-et-Marne. — La Société « Omnium Français d'Electricité a présenté une demande de concession par l'Etat d'une distribution d'énergie électrique aux services publics.

Cette concession est destinée à l'établissement et à l'exploitation d'une ligne de transport d'énergie électrique par courants alternatifs triphasés, à 15.000 volts, de Vosves (commune de Dammarie-les-Lys, département de Seine-et-Marne); à Milly (département de Seine-et-Oise) sur le territoire des communes ci-après :

1° Dans le département de Seine-et-Marne : Dammarie-les-Lys, Villiers-en-Bière, Perthes, Chailly-en-Bière, Barbizon et Fleury-en-Bière ;

2° Dans le département de Seine-et-Oise : Courances et Milly.

Prix des charbons
pour l'industrie électrique.

1er trimestre 1922. — *Région parisienne.*

Départements de la Seine, Seine-et-Oise et Oise, 105 fr. 782 la tonne.

Département de Seine-et-Marne, 112 fr. 282 la tonne.

L'Electricité à la XIVe Foire de Paris.

La Foire de Paris qui a fermé ses portes le 25 mai a été l'occasion d'un véritable succès pour nos constructeurs électriciens. La section de l'électricité, avec ses 220 exposants, couvrait une surface de 3.800 mètres carrés, en progression notable sur la Foire de 1921. Ses deux halls reçurent un nombre considérable de visiteurs, dont l'affluence dut être limitée certains jours par des distributions de tickets d'entrée. Le système des «cartes d'acheteurs» reste le meilleur moyen d'assurer toute facilité d'accès aux visiteurs professionnels et les exposants devraient en généraliser l'emploi.

L'aménagement des halls, de très bon goût, et la répartition ont été comme de coutume, effectués par l'infatigable président du groupe, M. Zetter. Une série de devises réparties sur le pourtour des halls rappelait les bienfaits de l'électricité.

Nos grandes maisons de constructions avaient rivalisé pour donner la plus grande importance à leurs expositions. La compagnie Thomson-Houston et la compagnie Electro-Mécanique sont arrivées sans conteste en tête des compétiteurs à cet égard. Les appareils de chauffage et les appareils domestiques ont toujours un grand succès de curiosité, mais il est certain que le meilleur moyen d'arrêter toute circulation dans une exposition est actuellement de placer, tel un disque d'arrêt, un cadre de T. S. F. et d'annoncer une audition de la Tour. La radiotéléphonie a réellement conquis la faveur du public.

Au point de vue technique, peu de nouveautés à cette Foire. Mais la mise au point de nos constructions électriques s'affirme dans toutes les branches et prouve la grande vitalité de notre industrie, dont l'essor a été à peine ralenti par la crise économique générale.

L.-D. F.



LÉGISLATION

Les restrictions sur l'électricité.
Décret du 4 mai 1922 (1).

Art. 1er. — Lorsqu'un concessionnaire de distribution d'énergie électrique se trouve dans l'impossibilité de répondre aux besoins de la consommation et si les dispositions, que, par application de l'article 25 de son cahier des charges, il est mis en demeure de prendre pour rétablir l'intégralité du service, ne peuvent remédier immédiatement à la pénurie du courant, le préfet peut, en attendant l'exécution de ces dispositions, prescrire, après accomplissement des formalités ci-dessus édictées, les mesures nécessaires pour répartir équitablement l'énergie disponible.

Pour Paris et le département de la Seine, il appartient au Préfet de la Seine d'ordonner lesdites mesures après s'être concerté avec le Préfet de Police.

Art. 2. — Dans les départements, autres que celui de la Seine, le préfet réunit une commission consultative dont il nomme les membres et qu'il préside.

Cette commission comprend l'ingénieur en chef du contrôle des distributions d'énergie électrique, l'Inspecteur divisionnaire du travail ou son représentant, un représentant du réseau de distribution et un représentant des consommateurs présenté par la ou les Chambres de commerce.

En outre, s'il s'agit d'une concession d'Etat, le préfet désigne, comme membre de la Commission, un des maires des communes desservies par le réseau; s'il s'agit d'une concession accordée, soit par une commune, soit par un syndicat de communes, le maire de la commune concédante ou le Président du Comité du Syndicat font partie de droit de la commission.

Quand le réseau de distribution comporte plusieurs concessions communales, le préfet choisit celui des maires des communes concédantes qui siégera dans la commission.

Les maires des communes desservies par le réseau ou des communes concédantes sont appelés à produire leurs observations.

Art. 3. — Pour Paris et les communes du département de la Seine, la Commission consultative est réunie par le préfet de la Seine et présidée par lui ou son représentant.

Cette Commission dont les membres sont nommés par le préfet de la Seine, d'accord avec le préfet de police, est composée d'un représentant du préfet de police, de l'ingénieur en chef du contrôle des distributions d'énergie électrique, de l'inspecteur divisionnaire du travail ou de son représentant; d'un membre du Conseil Général de la Seine; d'un représentant du réseau de distribution; de deux représentants des concessionnaires de services publics desservis par le réseau; de deux représentants des industriels abonnés et de deux représentants de leurs ouvriers.

En outre, elle comprend : s'il s'agit d'une concession donnée par la Ville de Paris, un membre du Conseil municipal de Paris, et s'il s'agit, soit d'une concession d'Etat s'étendant sur plusieurs communes de la banlieue, soit d'un réseau comportant plusieurs concessions communales, un des maires des communes desservies par le réseau ou des communes concédantes.

Les maires des communes desservies par le réseau ou des communes concédantes, sont appelés à produire leurs observations.

Art. 4. — Lorsque le réseau de distribution s'étend sur plusieurs départements, le préfet du département, où est situé le principal centre de consommation, réunit et préside la commission qui comprend :

1° Pour chaque département, l'ingénieur en chef du

(1) *Journal Officiel* du 13 mai 1922.

contrôle des distributions d'énergie électrique ou son représentant et l'inspecteur divisionnaire du travail ou son représentant;

2° Un représentant de chacun des réseaux intéressés;

3° Pour l'ensemble des départements, un à trois représentants des consommateurs présentés par la ou les chambres de commerce de la région intéressée et un à trois maires des communes desservies ou des communes concédantes désignées par le préfet.

Le nombre des maires et des représentants des consommateurs est, dans chaque cas, fixé en nombre égal, par le préfet qui réunit la Commission.

Art. 5. — La Commission consultative est informée par le préfet des dispositions que le concessionnaire a été mis en demeure de prendre pour remplir ses obligations et du délai nécessité par l'exécution de ces dispositions.

Elle examine, au vu des propositions du concessionnaire et sur le rapport de l'ingénieur en chef du contrôle des distributions d'énergie électrique, les mesures de répartition et de restriction, provisoirement indispensables, et qui portent sur l'énergie consommée, soit par l'éclairage tant public que privé, soit pour la force motrice, soit simultanément pour ces deux objets.

La Commission peut, d'office ou sur leur demande, convoquer toutes les personnes dont elle estime l'avis utile.

Art. 6. — Lorsque l'accord sur les mesures de répartition et de restriction s'établit entre les membres de la Commission, le Préfet, sur le vu du procès-verbal constatant l'accord, prend immédiatement un arrêté prescrivant ces mesures.

Quand l'accord ne peut pas se réaliser, le préfet fait préciser, dans le procès-verbal de la séance de la Commission, les objections contre les mesures proposées et les réponses faites par le représentant du réseau. Il adresse ensuite, dans le délai de 24 heures, au Ministre des Travaux Publics, trois copies de ce procès-verbal avec son avis.

Le Ministre des Travaux publics, après avoir consulté les ministres de l'Intérieur et du Travail, fait connaître sa décision au préfet qui prend un arrêté conforme.

Art. 7. — En cas d'urgence absolue, le préfet peut, sans attendre la réunion de la Commission, prescrire immédiatement, pour une durée maxima de 15 jours, les mesures de répartition et de restriction qu'il juge indispensable.

L'instruction se poursuit ensuite conformément aux règles édictées par le présent décret.

Art. 8. — Les mesures prévues aux articles 1er, paragraphe II; 2, 3, 4, 5, paragraphes II et III; 6 et 7 ci-dessus, sont également applicables lorsqu'un réseau de distribution, établi sous le régime des permissions de voirie, se trouve dans l'impossibilité de répondre aux besoins de la consommation.

Art. 9. — Les mesures de répartition et de restriction sont prises tous droits des tiers réservés.

Art. 10. — Les ministres des Travaux publics, de l'Intérieur et du Travail sont, chacun en ce qui le concerne, chargés de l'exécution du présent décret qui sera publié au *Journal officiel* et inséré au *Bulletin des lois*.

Fait à bord de l'*Edgard-Quinet*, le 4 mai 1922.
A. MILLERAND.

Nous avons indiqué dans une précédente note (1) les motifs invoqués à l'appui de ces nouvelles dispositions, qui laissent prévoir des insuffisances de production. Le décret ci-dessus a d'ailleurs un caractère de mesure permanente, et non plus provisoire comme il avait été dit.

(1) Voir l'*Electricien* du 15 mai 1922, p. 231.

JURISPRUDENCE

Permissions de voirie. Circulaires ministérielles rendues en exécution de la loi du 15 juin 1906. Valeur de ces circulaires. — La loi du 15 juin 1906 dispose expressément dans son article 3, qui les distributions d'énergie électrique peuvent être établies soit en vertu de concessions d'une durée déterminée, avec cahier des charges, soit en vertu de permissions de voirie, sans durée déterminée. et par son article 26 que les concessions et permissions accordées par des actes antérieurs à la dite loi sont maintenues dans leur forme et teneur.

Les circulaires ministérielles relatives à l'application de cette loi n'ont pas eu pour but et ne peuvent avoir pour effet de modifier le régime légal institué.

D'autre part, la loi du 15 juin 1906 ne reconnaît aux particuliers aucun droit à l'obtention de permissions de voirie, pour l'établissement de canalisations électriques dans le sous-sol des voies publiques. L'octroi de ces permissions rentre ainsi, après comme avant cette loi, dans le pouvoir d'appréciation de l'administration à laquelle il appartient de juger si la sauvegarde des intérêts généraux dont elle a la charge ne doit pas s'opposer à l'admission des demandes qui lui sont soumises.

Il résulte de tout ceci que si l'administration a le droit de décider souverainement, pour chaque demande de permission de voirie, s'il convient ou non, dans l'intérêt général d'accorder de nouvelles permissions de voirie destinées à étendre le réseau de distribution, elle ne saurait pour motiver son refus, se fonder sur ce que l'octroi de ces permissions serait irrégulier par le fait seul qu'il ne rentrerait pas dans les cas prévus par les circulaires ministérielles.

Une décision de refus ainsi motivée doit donc être annulée pour excès de pouvoir et les parties doivent être renvoyées devant le Conseil de préfecture pour être statué à nouveau.

(C. d'Etat, 4 février 1921. Société du Bourbonnais, C. Ministre des Travaux Publics.)

Consultations Juridiques.

Question. — Un concessionnaire de distribution d'énergie électrique, est-il en droit de faire subir à ses abonnés un relèvement de tarif alors que le courant lui est fourni par une Compagnie qui ne lui a pas augmenté le prix de l'énergie ?

Réponse. — Le concessionnaire n'est en droit d'augmenter ses tarifs qu'après homologation de ceux-ci par l'autorité administrative compétente. Si cette homologation est intervenue dans l'espèce signalée, la situation est régulière. — René GÉRIN.

Inventions. — Appareils et procédés nouveaux

AVERTISSEUR ÉLECTRIQUE A PLUSIEURS PUISSANCES D'APPEL

C'est un avertisseur électrique à self-induction variable, comprenant (fig. 1) une membrane placée au fond du cornet amplificateur de tons.

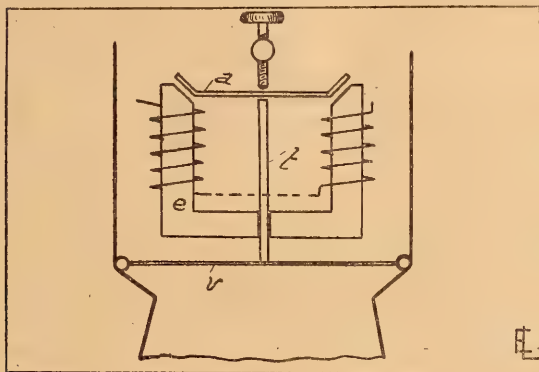


Fig. 1.

La membrane *v* surmontée d'une tige *t* reçoit des chocs successifs de l'armature *a* de l'électro-aimant *e*.

Par le jeu d'un commutateur, on peut faire varier les valeurs de l'induction de l'électro-aimant et par conséquent obtenir des sons différents. (Br. Fr. 533.781. — R. Flix.)

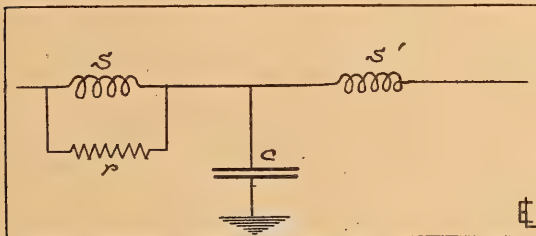


Fig. 2.

PROTECTION DES RÉSEAUX ÉLECTRIQUES CONTRE LES SURTENSIONS

L'ensemble de la protection est constitué comme un étouffeur d'ondes. Il comprend (fig. 2) une capacité C montée entre une self *s* shuntée par une résistance *r* et une autre self *s'* non shuntée.

La résistance *r* peut être une lampe à filament de carbone, qui servira d'indicateur de surtension. (Br. Fr. 534.414. — Capart.)

LAMPE ÉLECTRIQUE A LUMIÈRE COLORÉE

On introduit dans l'ampoule vide d'air des chlorures de métaux gazeux (tels que chlorures de wolfram, tungstène, molybdène, etc.), suivant la couleur à obtenir. Sous l'action du courant électrique traversant un filament interrompu, ils deviennent fluorescents; on ajoute aux chlorures du gaz de cyanamide calcique pour provoquer la fluorescence.

On emploie : 25 grammes de chlorures divers; 25 grammes de cyanamide calcique. On place ce mélange dans un tube de quartz et on le porte au four pour obtenir les gaz qui sont introduits dans l'ampoule. (Br. Fr. 534.267. — Farkas et Reeser).

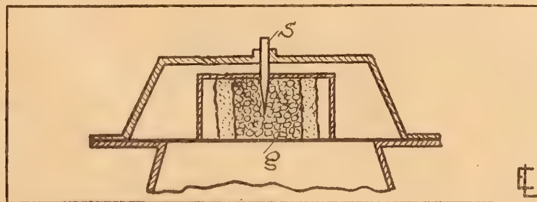


Fig. 3.

MICROPHONE POUR TOUTES POSITIONS

Ce microphone est étudié pour permettre le fonctionnement dans toutes les positions. Le fond de la cuvette comporte (fig. 3) une pointe *s* qui assure le contact avec les granules de charbon dans toutes les positions. Cette pointe ne gêne pas pratiquement les vibrations. (Br. Fr. 534.835. — Société des Porcelaines Grammont.)

INDICATEUR DE MAXIMUM A ÉLÉMENT RÉGLABLE

Dans certains systèmes de tarification avec compteur, on utilise des indicateurs de maximum indiquant les intensités maxima débitées pendant un temps donné. Ces appareils peuvent être combinés avec les compteurs; le système moteur du compteur entraîne en même temps le mécanisme enregistreur du compteur (fig. 4), par l'intermédiaire d'une roue dentée *e'* et l'aiguille de l'indicateur de maximum par l'intermédiaire de la roue *e*.

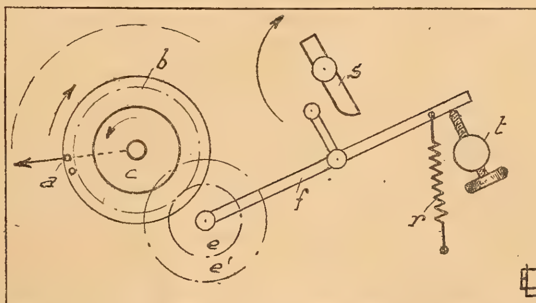


Fig. 4.

L'axe *f* est mobile, et peut être déplacé par la came *s* entraînée par un moteur auxiliaire; son mouvement dépendra du temps pendant lequel on mesure l'intensité. L'aiguille de l'indicateur *a'* est libre sur l'axe, mais peut être entraîné par un ergot placée sur la roue *b*. Cette dernière est rappelée en arrière par le barillet *c*.

On conçoit qu'à chaque enclenchement l'aiguille *a'* sera entraînée jusqu'à une certaine position, et qu'elle y restera, à moins que lors d'un enclenchement suivant, elle soit encore déplacée en avant. (Br. Fr. 535.004. — Compagnie des Compteurs.)

Batterie légère pour amplificateurs.

L'emploi des appareils récepteurs de télégraphie sans fil va se généralisant toujours davantage; l'installation des postes récepteurs susceptibles de percevoir les émissions téléphoniques transmises par la Tour Eiffel notamment est très simple, mais l'un de leurs inconvénients et non des moindres est leur cherté relative qui limite leur emploi.

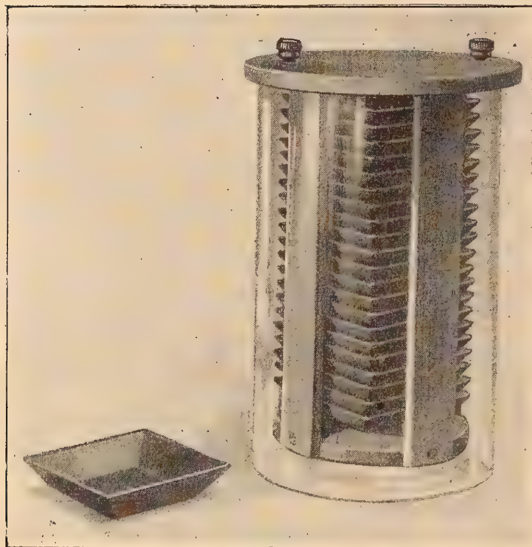


Fig. 1. — Accumulateur Phœnix pour tension plaque.

La nouvelle batterie Phœnix résoud élégamment la question. Au lieu de disposer des bacs en verre ou celluloïd les uns à côté des autres en reliant chaque élément à son voisin pour obtenir le voltage nécessaire, environ 40 volts, les bacs sont ici empilés les uns sur les autres comme dans une pile de volta. Mais ce qui constitue l'originalité du système c'est que ces bacs en forme de cuvette sont en plomb (fig. 1) constituant du même coup l'électrode positive et l'électrode négative, positive d'un côté de la cuvette, négative de l'autre côté. La masse elle-même de la cuvette sert de connexion entre les deux pôles. Des petites cales en matière isolante intercalées entre les cuves maintiennent leur écartement et il suffit de remplir d'eau acidulée chaque cuvette pour constituer une batterie convenant parfaitement aux amplificateurs de T. S. F.

La charge peut être effectuée très facilement et à des régime élevés sans aucun danger, avec n'importe quelle source de courant continu ou redressé de voltage supérieur à celui de la batterie. Le régime normal de charge est de 0,07 ampère (courant qui passe dans une lampe métal de 10 bougies à 110 volts intercalée dans le circuit de charge d'une batterie de 40 volts. La capacité est de 1 /2 ampère-heure. Un coupleur simple permet de charger des batteries de 80 volts en parallèle sous 110 volts et de les décharger en série pour obtenir 240,320 ou 400 volts et même plus, pour l'émission d'ondes entretenues.

Ces batteries peuvent donc rendre des services aux amateurs de T. S. F. possédant une source de courant pour les charger. On ne peut en effet envisager le transport de tels éléments, légers mais fragiles, pour le faire recharger à l'extérieur.

(*Compagnie Phœnix*, 140, quai Jemmapes Paris).

Voltmètre compoundé

destiné à donner à l'usine la tension à l'extrémité des feeders.

Pour donner à l'usine génératrice la tension au centre de distribution, on peut utiliser des fils pilotes qui relient les extrémités des feeders à un voltmètre du tableau de l'usine. Cette installation est coûteuse, peut occasionner quelques inconvénients et ne donne pas toujours les garanties désirables; il est possible de la remplacer par un voltmètre dans lequel le cadre mobile est parcouru par un courant résultant de 2 courants de sens inverse, dus l'un à la tension E au départ, l'autre à la chute de tension ρ I dans les feeders (ρ résistance des feeders, I, courant débité), de telle façon que ce voltmètre indique la tension E — ρ I au centre de distribution.

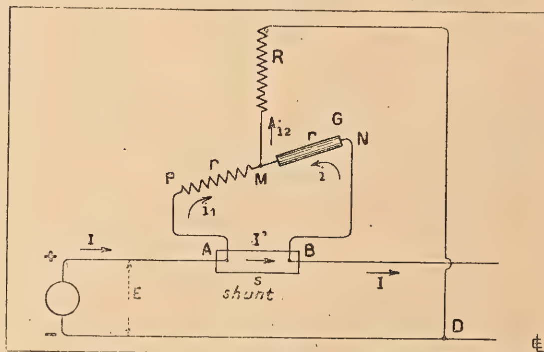


Fig. 1.

Un tel appareil dit « voltmètre compoundé » a été réalisé par la maison Chauvin et Arnoux de la façon suivante :

Le circuit du cadre galvanométrique est branché (fig. 1) par l'intermédiaire d'une bobine de résistance r égale à la sienne, entre les extrémités d'un shunt, mis dans l'un des fils de ligne ; il est en outre mis en dérivation entre les 2 fils de ligne, sous la tension E, par l'intermédiaire d'une résistance élevée, en série, R, comme l'indique la figure.

Soient s la résistance du shunt, I′ le courant qui le traverse, i le courant dans le cadre G, i_1 le courant dans la résitance P M, i_2 le courant dans la résistance R. En appliquant la loi de Kirchoff au sommet M, on a :

$$(1)\ i = i_2 - i_1.$$

Le contour A M R D donne :

$$(2)\ E = r\,i_1 + R\,i_2.$$

Au sommet A, on a :

$$(3)\ I = I' + i_1.$$

Le contour A M N B donne :

$$(4)\ r\,i_1 - r\,i - s\,I' = 0.$$

En remplaçant dans (4) I′ par sa valeur tirée de (3), on a :

$$r\,i_1 - r\,i = s\,I - s\,i_1$$

d'où : $$i_1\,(r+s) = s\,I + r\,i.$$

Portant dans (2) la valeur de i_1 tirée de cette dernière relation, il vient :

$$i_2 = \frac{E\,(r+s) - r\,s\,I - r^2\,i}{R\,(r+s)}$$

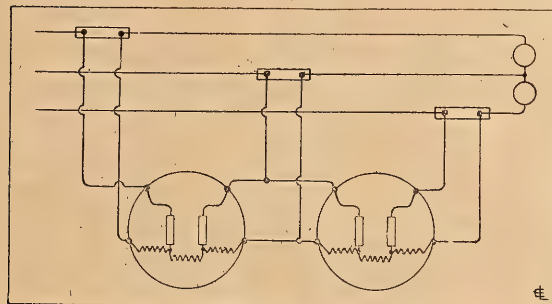


Fig. 2.

En portant dans (1) les valeurs de i_1 et de i_2, on a :

$$i = \frac{E\,(r+s) - r\,s\,I - r^2\,i}{R\,(r+s)} - \frac{s\,I + r\,i}{r+s}$$

$R\,r\,i + R\,s\,i = E\,(r+s) - r\,s\,I - r^2\,i - R\,s\,I - R\,r\,i.$

$$i\,(2\,R\,r + R\,s + r^2) = E\,(r+s) - I\,(r\,s + R\,s).$$

$$i = \frac{E\,(r+s) - s\,I\,(R+r)}{r\,(2\,R+r) + R\,s}$$

ce qu'on peut écrire

$$i = \frac{r+s}{r(2R+r) + Rs}\left[E - \frac{s\,(R+r)}{R+s}\,I\right]$$

Nous déterminerons la valeur du shunt s de façon que :

$$s\,\frac{(R+r)}{r+s} = \rho.$$

Ce qui donne :

$$s = \frac{r\,\rho}{R + s - \rho}.$$

En portant cette valeur dans l'expression $\frac{r+s}{r\,(2\,R+r) + Rs}$, on a :

$$\frac{r + \frac{r\,\rho}{R + r\,\rho}}{r\,(2\,R+r) + R\frac{r\,\rho}{R + r - \rho}} =$$

$$= \frac{R + r}{(R+r)(2\,R+r) - \rho\,(2\,R+r) + R\rho} = \frac{1}{2\,R + r - \rho}.$$

De sorte que :

$$i = \frac{1}{2\,R + r - \rho}\,(E - \rho\,I).$$

Or la résistance des feeders est négligeable devant $2\,R + r$, on peut donc écrire :

$$i = \frac{1}{2\,R + r}\,(E - \rho\,I).$$

et le voltmètre indique

$$\frac{r}{2\,R + r}\,(E - \rho\,I)\ \text{volts};$$

puisque r et R sont invariables, il donne bien des indications proportionnelles à la tension $E - \rho\,I$ au centre de distribution. Il suffira de régler la résistance du shunt de façon que : $s = \frac{r\,\rho}{R + r - \rho}$. Cette résistance varie avec celle du feeder, elle doit être d'autant plus grande que celle du feeder est plus grande. Dans le cas d'une distribution, à trois fils, on peut se servir de deux voltmètres compoundés comportant chacun 2 cadres calés sur le même axe et placés dans le champ d'un même aimant permanent ; les couples qui agissent sur ces 2 cadres s'ajoutent et on démontrerait, comme on l'a fait pour une distribution par 2 fils, que la déviation de l'aiguille est proportionnelle à la tension aux extrémités des feeders.

Le schéma de montage est donné par la figure 2.

P. ROBERJOT.



Problèmes sur les appareils de mesure.

Nous donnons ci-dessous, en suite aux exercices dont la solution a été donnée, dans notre numéro du 1er mai, une nouvelle série concernant des applications intéressantes des voltmètres (1).

E. — On peut utiliser un galvanomètre comme voltmètre.

Exercice 108. — On dispose d'un galvanomètre de résistance 75 ohms, tel qu'un courant de 5 milliampères donne une déviation de son aiguille égale aux 100 divisions de sa graduation.

(1) Voir l'*Electricien* du 1er janvier 1922 et suiv. Les solutions doivent être envoyées dans le délai d'un mois. Des mentions sont délivrées pour 50 solutions justes.

1° Calculer la résistance x qu'il faudrait mettre en série avec ce galvanomètre pour qu'une tension de 100 volts donne exactement une déviation correspondant aux 100 divisions (1 division par volt).

2° Calculer la résistance y qu'il faudrait mettre en série avec ce galvanomètre shunté par une résistance de 5 ohms.

F. — On peut évaluer la valeur d'une tension avec un calorimètre et un thermomètre.

Exercice 109. — Pour évaluer approximativement la valeur d'une différence de potentiel, on l'appliqueentre les extrémités d'un fil de constantan de 8/10 de millimètre de diamètre, de 22 mètres de longueur, plongeant dans un réservoir contenant 2 litres d'eau dont la température est 10 degrés; on constate qu'après 3 minutes la température s'est élevée à 25 degrés. Déduire de ces résultats la grandeur de la tension.

G. — On peut mesurer une résistance avec un voltmètre et une autre résistance connue.

Exercice 110. — Pour évaluer la valeur x de la résistance d'un conducteur, on la met en série avec une résistance de valeur 5 ohms et on fait parcourir le circuit par un courant. On mesure la différence de potentiel entre les extrémités de la résistance inconnue : elle est 63 volts et entre les extrémités de la résistance 5 ohms, elle est 15 volts Déduire de ces résultats la valeur de x.

CARNET DE LA T. S. F.

RÉCEPTION DE LA TÉLÉPHONIE SANS FIL SANS AMPLIFICATEURS

L'Office national météorologique, qui a la direction des émissions de T. S. F. concernant la météorologie, les provisions agricoles, etc. a recueilli des résultats très intéressants de réception de téléphonie sans fil par des postes d'amateurs, sans amplificateurs. Nous reproduisons les notes de l'O. N. M. très intéressantes pour de nombreux amateurs.

Le fait le plus intéressant à noter est la possibilité de recevoir jusqu'à des distances variant de 200 à 300 kilomètres au moins de Paris les émissions de téléphonie sans fil de la Tour Eiffel à l'aide de simples récepteurs à galène, sans amplificateur et sans lampe. Les résultats obtenus sont d'ailleurs suffisamment nets pour qu'on puisse espérer que la portée de réception sans amplificateur et sans lampe est supérieure à 300 kilomètres.

Exemple de réception (à 200 kilomètres de Paris). — M. de G... a reçu d'une manière forte et distincte les émissions de téléphonie sans fil à l'aide d'un poste récepteur situé à M... près de Tours.

L'appareil récepteur était constitué comme suit :

a) *Antenne*. Antenne en T, composée de six câbles disposés en nappes. Longueur utile : 105 mètres. Les 6 câbles sont espacés de $1^{m},80$. Hauteur de la nappe : 33 mètres environ. Largeur totale occupée : $9^{m},30$. L'antenne est orientée Sud-Ouest-Nord-Est.

L'entrée de poste est une plaque d'ébonite où viennent aboutir les 6 fils de l'antenne qui peuvent à volonté être réunis ou rendus indépendants par commutateur.

b) *Prise de terre*. Elle est constituée par du treillage galvanisé enfoui à 1 mètre de profondeur; elle est disposée suivant un Y double placé sous l'antenne et couvrant une surface de 400 mètres carrés au moins. Le terrain est fait de silex et d'argile rouge.

c) *Appareil récepteur proprement dit*. — Détecteur ordinaire à galène; casque à 2 écouteurs de 4.000 ohms chacun montés en parallèle, 2 bobines d'accord concentriques; 2 condensateurs variables de faible capacité montés en série dans le secondaire.

Les résultats obtenus dans ce poste sont dus à la manière remarquable dont sont installés l'antenne et le prise de terre. Il est probable qu'un poste monté avec autant de soin et situé à des distances beaucoup plus grandes de Paris aurait pu réaliser une réception de la téléphonie dans de très bonnes conditions.

TRIBUNE DES ABONNÉS

*Notre Tribune est une rubrique de renseignements mutuels ouverte à tous nos abonnés. La Rédaction de l'*Electricien *n'est pas responsable des réponses fournies. Nous prions nos lecteurs de limiter leurs demandes au domaine de la pratique industrielle.*

DEMANDES

N° 637. — Je voudrais empêcher un client de se servir de son moteur courant continu la nuit; y a-t-il un moyen soit par un disjoncteur ou autre procédé ? sans interrompre le courant sur la ligne.

N° 638. — Est-il indispensable que les antennes soient sur leur longueur, rigoureusement rectilignes, ou si elles peuvent affecter la forme, ligne brisée (sans toutefois coudes brusques ou trop nombreux). J'ai à installer une antenne bi-filaire susceptible d'être augmentée de 1 ou 2 fils. Dois-je prendre comme longueur d'onde libre le métrage du fil employé ou la projection ?

N° 639. — Je voudrais savoir, ayant à transformer une *minuterie* fonctionnant sous continu pour alternatif, si je puis utiliser l'appareil sans modifications profondes ? Puis-je faire emploi d'un relai polarisé ? ou s'il est préférable d'employer une minuterie construite pour courant alternatif.

N° 640. — Demande si un lecteur serait susceptible de me céder, même cher, le numéro 1244 de *l'Electricien*, en date du 15 janvier 1920.

N° 641. — Dans les installations lumière et force, en courant alternatif, quand les conducteurs sont logés dans des tubes acier, les secteurs exigent que ces conducteurs soient passés dans un seul tube, ceci pour éviter les chutes de tension déterminées par le champ magnétique développé entre plusieurs tubes; peut-on annuler ce champ magnétique et assimiler plusieurs tubes à un seul en reliant de place en place ces tubes par un fil de cuivre enroulé autour en plusieurs spires et soudé aux extrémités sur le tube préalablement décapé; le même raisonnement s'applique-t-il aux tubes tôle plombée ?

N° 642. — 1° Connaissant dans un moteur alternatif le voltage du courant arrivant au stator, son ampérage à vide, son ampérage en charge, le voltage transformé sortant du rotor, déterminer la résistance ohmique et l'ampérage du démarreur qu'il lui convient.

2° Un démarreur dont les caractéristiques ne sont pas connues, en déterminer son voltage, son ampérage et sa résistance ohmique soit en employant le courant d'accus ou autre.

3° Le calcul d'un démarreur et d'un rhéostat d'un moteur ou dynamo à courant continu.

N° 643. — 1° Un lecteur peut-il m'indiquer un ouvrage pratique traitant de la galvanisation électrolytique moderne ?

2° En particulier, dans la galvanisation de tubes de fer, est-il possible d'obtenir un dépôt de zinc aussi satisfaisant à l'intérieur qu'à l'extérieur. Quel est le meilleur moyen de décapage et la composition du bain ?

3° Comment vérifier la qualité du dépôt ?

N° 644. — Je possède des accumulateurs de 40 volts, marque S. A. A. M., les bois sont décollés et sont en matière grise dont je ne connais pas la nature. Un abonné pourrait-il donner la composition de ces bacs et le moyen de les recoller.

N° 645. — Dans la construction des soupapes électrolytiques, quel est le meilleur rendement, avec les électrodes aluminium, fer et phosphate de sodium ou aluminium, plomb et borax ? Existe-t-il d'autres combinaisons de plaques et de solutions ? Quelles densités de courant admet-on dans chaque cas ?

Demandes d'adresses de fournisseurs

N° 646. — Pourriez-vous indiquer l'adresse d'un bon constructeur de camion électrique. Ce camion devrait pouvoir transporter 1.500 kilos de poids utile à 20 ou 25 kilomètres à l'heure, les accumulateurs pourraient être soit au plomb, soit au fer-nickel.

N° 647. — Demande adresses constructeurs de brûle-parfums électriques.

N° 648. — Maison faisant la construction d'appareils de stérilisation de l'eau par l'ozone.

RÉPONSES

N° 473 R. — Livres sur les dépôts électrochimiques : Brochet A., *Manuel pratique de galvanoplastie et de dépôt, électrochimique*, 1908. *Encyclopédie industrielle Baillière* 416 pages, 148 fig., 10 fr. que peut fournir la librairie Dunod. — J. Labat et L. Weill, *Galvanoplastie*. Manuel pratique, 246 p., 54 fig., 1904 que peut procurer la librairie Dunod. L. H.

N° 516 R. — Conseils relatifs à la mise en marche d'une commutatrice.

1° S'assurer que l'interrupteur du circuit inducteur (excitations) est *fermé*; 2° que toutes les résistances du rhéostat de champ soient en circuit; 3° que l'interrupteur du circuit reliant la source aux *bagues* (côté alternatif) soit *ouvert*.

Ceci observé :

1° Mettre en marche le moteur asynchrone entraînant la commutatrice. 2° Le moteur asynchrone et par suite la commutatrice peuvent prendre une vitesse déraisonnée (l'indice en est que les lampes de phases s'allument et s'éteignent d'une façon très rapide, ce qui veut dire également qu'on est loin du synchronisme); diminuer dans ce cas son allure en agissant sur le rhéostat de champ de la commutatrice; c'est-à-dire suppprimer des résistances qui ont pour effet l'augmentation du flux inducteur. Toujours agir sur l'excitation et retenir que :

Plus on se rapproche du synchronisme, c'est-à-dire de l'égalité de fréquence, plus la durée de chaque extinction ou allumage augmente et on « accroche » la commutatrice lorsqu'on se trouve au *milieu* d'une extinction (1) à très longue période.

L'opération de l' « accrochage » consiste à *fermer* l'interrupteur reliant la source aux bagues de la commutatrice. Dès ce moment, on supprime l'arrivée de courant au moteur asynchrone, la commutatrice continuant à fonctionner seule, se comportant en moteur synchrone.

Il faut toujours s'assurer que le voltage du réseau soit aussi stable que possible lorsque l'on désire mettre une commutatrice en marche car l'instabilité du voltage fait croître les difficultés de mise au synchronisme et qui se répercutent dans le moteur entraîneur (asynchrone) au point que celui-ci chauffe d'une façon anormale, causant un préjudice sérieux au bon isolement de son enroulement. Dans ce cas, ne pas trop insister, et attendre que le moteur asynchrone soit refroidi pour renouveler l'opération.

M. P.

(1) Ou d'un allumage selon le montage des lampes de phases.

N° 528 R. — La Maison Gadot, porte Champerret, Paris, peut fournir zinc circulaires ou en bâton pour piles à bioxyde de manganèse ou pour piles sèches.

L. M.

N° 575 R. — Dangers des courants électriques livres : L. Zacon, *Dangers des courants électriques*. Cours E. T. P. 1913. In-8° 22×17, 55 pages, 6 figures.

Zacon, *Dangers des courants électriques*, Société d'édition technique, 1907. 25×15,5, III, 208 pages.

A paraître : *Dangers et réglementation de l'électricité*, par M. de Merville et Buat. (*Encyclopédie industrielle Baillière*).

L. H.

N° 582 R. — Description dynamos pour autos : *les Accessoires de l'Automobile*, par F. Carlès, ingénieur civil. Secrét., rédaction. *Vie automobile*, 368 pages, 178 figures. *Equipement électrique des voitures auto* par Rosaldy.

L. H.

N° 590 R. — Pour les tours à bobiner, voyez la manufacture de machines auxiliaires pour l'électricité et 8, rue de Lorraine, à Levallois-Perret (Seine).

N° 596 R. — Appareils pour bouchers, charcutiers. Voir The Berecht C°, Saint-Louis, Amérique. Agent commercial en France, M. Bettermain.

L. H.

N° 599 R. — Moteur à vent :

Aéro turbine Mammouth, moteur à vent industriel à grand rendement système Paul de Castelet, 15, rue Saint-Jacques, Marseille. Agent concessionnaire, Fr. et colonies. M. Melchior Ruissy, ingénieur-constructeur, 24, rue Belle-de-Mai, Marseille. Stand à l'exposition coloniale de Marseille. L. H.

N° 602 R. — Potelets : voir notes sur la construction des réseaux B. T. — Journal *Arts et Métiers*, décembre 1921 et janvier 1922. L. H.

N° 617 R. — Les conditions de couplage en parallèle sont les suivantes : 1° Les rapports de transformation à vide doivent être sensiblement les mêmes.

2° Les tensions à fournir au primaire pour que le secondaire en court-circuit soit traversé par une intensité égale au courant normal doivent être les mêmes.

3° Le couplage des enroulements doit être le même.

Un transformateur triangle-étoile ne peut se coupler avec triangle-triangle ou étoile-étoile.

Ces trois conditions remplies, on vérifie la concordance des phases.

Les transformateurs couplés se partagent les charges en raison de leurs impédances, il faut donc en outre :

$$\frac{P_1}{P_2} = \frac{Z_2}{Z_1}$$

R. Dumé.

N° 618 R. — La section d'une ligne en courant triphasé est bien donnée par la formule

$$S = \rho \frac{l P}{p U^2 \cos^2 \varphi}$$

ce qui donnerait dans votre cas;

$$S = \frac{1,8}{100} \times \frac{0,250 \times 200 \times 736}{10 \times 220^2 \times 0,6^2} = 38^{mm^2}$$

Il faut ensuite vérifier si cette section onne une densité de courant admissible

on a $W = UI\sqrt{3}$

d'où $I = \frac{W}{U\sqrt{3}} = \frac{147.200}{220 \times 1,73} = 387$ ampères.

Ce chiffre de 10 ampèrespar millimètre carré est en effet trop élevé; pour le ramener à un chiffre admissible il faut au moins doubler la section, et adopter (si votre ligne est aérienne en fil nu) 38 × 2 = 76 millimètres carrés comme section de câble. La chute de tension, que vous aviez fixée arbitrairement à 10 % s'en trouvera réduite. Vous trouverez dans l'*Electricien* du 15 mai, p. 237 un exemple de calcul rationnel d'une ligne triphasée.

Philippe Soubrier.
Attaché au service électrique de la Compagnie P. O

N° 619 R. — Dans les installations comportant un neutre, que la distribution soit à courant continu ou alternatif, le neutre sert toujours de conducteur de retour aux autres conducteurs de l'installation. L'intensité qui circule dans ce fil de retour dépend donc uniquement de l'équilibrage des différents circuits les uns par rapport aux autres. Si l'installation est rigoureusement équilibère, il ne passe aucun courant dans le neutre et on peut le supprimer; dans l'autre cas extrême, si le déséquilibrage est maximum, il passera autant d'ampères dans le neutre que dans le fil de ligne et tous les deux devront avoir la même section. Entre ces deux cas extrêmes, on pourra imaginer tous les cas intermédiaires. La section du fil neutre pourra donc varier selon l'équilibrage, plus cet équilibre se rapprochera de la perfection, plus on pourra tolérer une section minime pour le neutre.

E. François.

N° 619 R. — Le calcul des fils neutres est un problème dont on ne trouve (à ma connaissance) la solution dans aucun manuel ou traité. Le plus souvent on donne à ces fils une section égale à celle des fils extrêmes ou bien la moitié, ou le quart, ou le tiers. Ces proportions très diverses sont purement empiriques. Un examen sérieux de la question montre qu'aucune proportion ne saurait convenir à tous les cas et que, quelquefois, le neutre doit avoir une section plus forte que celles des extrêmes.

Vous trouverez dans les numéros 13 et 14 de la revue *Arts et Métiers* (Librairie Loubat, 15, boulevard Saint-Martin, Paris), divers moyen d'apprécier le courant qui circule dans les fils neutres et des formules et abaques pour en calculer la section.

L. Bescond.

N° 619 R. — Ceci n'est vrai qu'en courant continu où les ponts sont supposés sensiblement équilibrés.

N° 627 R. — La Société des Laboratoires Bourvouze, 40, rue des Alouettes, à Paris, organise des cours pratiques d'électricité gratuits, le dimanche matin de 8 à 11 heures du début d'octobre à Pâques. A la fin des études elle délivre un diplôme de spécialisation. Par les manipulations que les élèves exécutent, ces cours complètent efficacement ceux qui sont donnés au Conservatoire National des Arts et Métiers et qui vous ont été signalés dans le dernier numéro de *l'Electricien* en réponse à votre question.

E. F.

N° 628 R. — Ordinairement le flux d'un aimant permanent commence à diminuer lorsque la température arrive à 350 à 400 degrés et disparaît complètement vers le rouge sombre.

B. C.

N° 628 R. — *Perte de puissance des aimants à* 150-200°. — Cette perte est généralement faible. Il faut la mesurer dans chaque cas. Certains aimants (dans les niveaux d'eau de chaudières à vapeur) fonctionnent depuis des dizaines d'années dans ces conditions.

L. B.

N° 629 R. — Le couple maximum d'un moteur asynchrone est proportionnel au carré de la tension; dans ces conditions, un moteur construit pour 220 volts aura, à 190 volts, un couple maximum égal à : $\frac{190^2}{220^2} = 0,75$ environ, c'est-à-dire les 3/4 de ce qu'il serait à 220 volts.

E. François.

N° 629 R. — Si l'on alimente un moteur construit pour une tension de 220 volts à une tension de 190 volts, les caractéristiques de ce moteur vont se trouver modifiées. Le couple diminue comme le carré de la tension et si le couple résistant est constant, la vitesse va diminuer et l'intensité du courant augmentera, il y aura donc augmentation des pertes joules, d'autre part la puissance produite étant plus faible, il en résulte une diminution de rendement.

R. Dumé.

N° 630 R. — Dans les installations comportant un fil neutre ou un compensateur, il ne faut jamais mettre de fusible sur ces fils, car ils ne doivent jamais se trouver hors circuit, en outre, ils doivent toujours être reliés à la terre. Cette question a du reste été plusieurs fois traitée dans *l'Electricien*. B. C.

N° 630 R. — Fusibles et fils neutres. En général, on ne met pas de fusible sur les fils neutres des artères triphasées à 4 fils parce que, en cas de fusion, les récepteurs placés sur le pont le moins chargé seraient soumis à une surtension qui peut atteindre 73 %.

Au contraire, on peut mettre avec avantage des coupe-circuits bipolaires sur les dérivations à deux fils dans lesquels l'accident prévu plus haut ne peut se produire

L. Bescond.

N° 631 R. — Voyez MM. Clin et Cie, 29, rue Corbeau, Paris.

N° 634 R. — Pour cette turbine hydraulique, adressez-vous aux Etablissements Teisset, Rose et Brault, 14, rue du Ranelagh, Paris.

N° 634 R. — Pour l'éclairage à vapeur de mercure, voyez : La Verrerie scientifique, 12, avenue du Maine, Paris. — Hewittic Electric C°, 11, rue du Pont (Suresnes).

N° 636 R. — Résistances et capacités. Voyez MM. Duval et Boutinon, 91, boulevard Pereire, à Paris; Varret et Collot, 7, rue d'Hautpoul, à Paris.

Le Gérant : L. De Soye

PARIS. — L. DE SOYE, IMPRIMEUR, 18, RUE DES FOSSÉS-S.-JACQUES, V°.
Téléph. 806-44

38e Année. — N° 1302 15 Juin 1922

L'ÉLECTRICIEN

Rédacteur en chef : Maurice SOUBRIER
Secrétaire général : L.-D. Fourcault

DUNOD, Éditeur. 49, quai des Grands-Augustins, PARIS, VIe. — *Tél.* : GOB. 19-38 et 53-01

DISTRIBUTIONS D'ÉNERGIE

Equilibrage des réseaux à fils multiples.

(Courant continu.)

Dès que la densité des abonnés a augmenté sur les réseaux à deux fils, on s'est ingénié à découvrir des procédés susceptibles d'augmenter la capacité de ces réseaux, sans exagérer les dépenses; c'est alors qu'on créa les réseaux à fils multiples en ajoutant un certain nombre de conducteurs à la distribution, alimentés par des génératrices groupées en série. On étudie dans la présente note la question de la régulation et de l'équilibrage de ces distributions.

Dans le système à trois fils (2 × 110 volts continu), par exemple (fig. 1-*a*) deux génératrices sont montées en série et trois fils partent des pôles.

Si l'on s'arrange pour que les moteurs soient alimentés par les extrêmes et si des lampes sont montées entre ces extrêmes et le fil central, il y aura équilibre quand le même nombre de lampes (de même intensité) seront réparties sur chaque pont. Dans ces conditions, on pourra considérer les groupes de lampes comme montés sur les extrêmes et il ne passera aucun courant dans le fil central ou compensateur.

Dans le système à cinq fils (4 × 110 volts) continu) l'économie sur le poids de cuivre est encore plus grande. On utilise dans ce cas quatre dynamos groupées en série (fig. 1-*b*), ou mieux une seule génératrice alimentant les câbles extrêmes de la distribution et des égalisateurs de charge (fig. 2). Ceux-ci sont montés à la station génératrice ou en différents points du réseau.

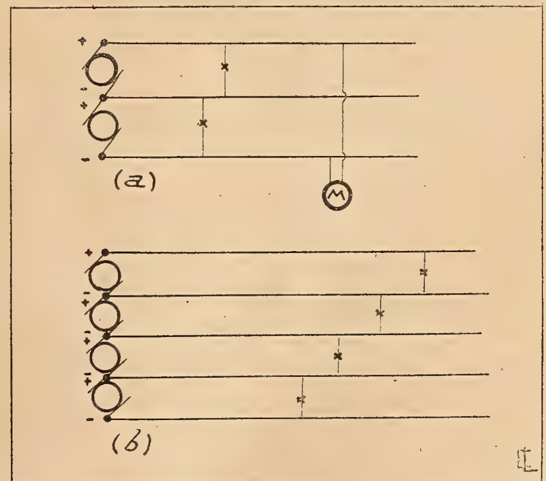


Fig. 1.

Les égalisateurs sont des dynamos de faible puissance (fig. 2) dont les induits sont fixés sur le même arbre. Les enroulements induits sont intercalés sur les ponts et les enroulements inducteurs sont branchés sur les fils extrêmes. Ils jouent le rôle de moteurs-générateurs, marchant en moteurs, quand la charge est régulièrement répartie et que les tensions sont égales. Si au contraire, la tension augmente sur l'un des ponts, le courant augmente dans le moteur correspondant qui entraîne alors les autres induits à une vitesse plus grande; ces derniers fonctionnant en génératrices, compensent le déséquilibre produit sur les ponts qu'ils alimentent. Les égalisateurs sont donc autorégulateurs.

D'autres types de régulation ont été utilisés. On a employé, par exemple, des batteries d'accumulateurs montées comme l'indique la figure 3; la génératrice charge la totalité des accumulateurs, tandis que la décharge se produit sur deux ponts.

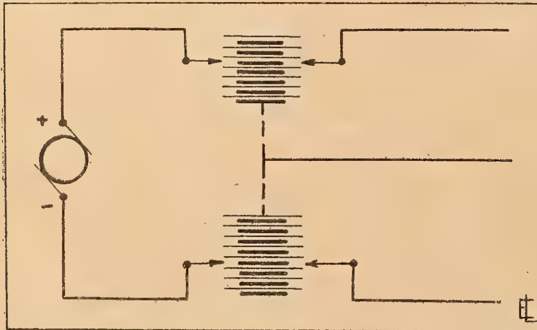


Fig. 2.

Dans un autre dispositif, appelé égalisateur de tension Siemens (fig. 4), une résistance r est intercalée sur l'un des ponts; suivant la tension, la valeur de cette résistance varie. A cet effet un organe électro-magnétique a, sensible aux variations de tension, met en jeu un relais s s', qui déplace un curseur sur la résistance r. Si la tension augmente, la résistance augmente et inversement; il est facile de comprendre qu'un égalisateur de ce genre entraîne une certaine perte d'énergie.

Si dans ces différents systèmes de distribution l'économie du poids de cuivre augmente avec le nombre de fils, la difficulté réside dans le maintien de l'égalité de la charge sur chaque pont. On eest donc amené à rechercher les moyens d'améliorer l'équilibrage.

EFFETS D'UN MAUVAIS ÉQUILIBRAGE

Supposons que par une cause quelconque le circuit soit rompu sur le fil neutre d'une distribution à trois fils entre les génératrices et le réseau. Ce phénomène peut, en effet, se produire par fusion de plombs (trop faibles, placés à tort sur le fil neutre), par rupture d'un conducteur, par mise à la terre, etc... Si la marche est telle qu'il y a équilibre sur les deux ponts, rien ne se produit puisqu'aucun courant ne passe dans le fil neutre, mais si les installations sont de résistances différentes (ce qui est le cas quand le nombre de lampes est différent), il se produit une surtension, qui en plus de la destruction de nombreux appareils récepteurs, peut provoquer des perturbations impossibles à prévoir.

Considérons, par exemple, des récepteurs ayant même résistance r (lampes, par exemple).

Si n récepteurs sont montés sur le pont 1 et n' sur le pont 2, on aura (après rupture du fil neutre) :

$$V = \frac{r}{n} I$$

$$V' = \frac{r}{n'} I$$

donc $$V' = V \frac{n}{n'}$$

connaissant $V + V'$, on peut déterminer la valeur de V et de V', ce qui montre la surtension qui se produirait.

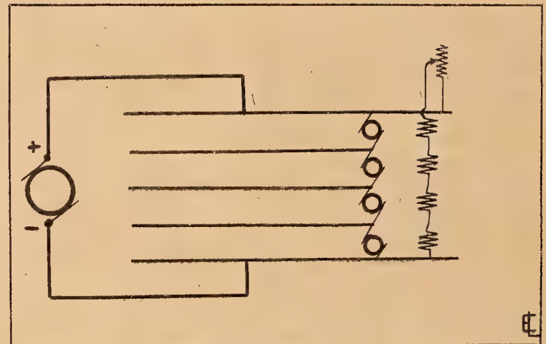


Fig. 3.

AMÉLIORATION DE L'ÉQUILIBRAGE

On déduirait facilement des lois de Kirchoff quelles sont les équations d'équilibrage, mais celles-ci, par suite du grand nombre de variables, ne donneraient que des moyens imprécis pour ramener l'équilibrage à des proportions normales; elle ne permettraient pas, en réalité, une solution rationnelle du problème.

Le déséquilibre d'un réseau à fils multiples peut être atténué, mais ne peut en aucun cas être éliminé complètement. Nous allons d'abord étudier pratiquement les variations du déséquilibre pour ensuite grouper les moyens de les atténuer.

Il y aura d'abord lieu de diviser les réseaux par rapport à la densité des abonnés, les variations sui-

vantes ne pouvant être appliquées que dans certaines proportions.

Le déséquilibre peut être instantané, périodique ou irrégulier.

Il peut être instantané, c'est-à-dire dû à des charges instantanées, provoquées par des mises en marche simultanées. Ces déséquilibres se produisent irrégulièrement et ne sont généralement pas importants.

Il peut être périodique, c'est-à-dire journalier ou saisonnier et correspond à des variations de charges simultanées, ayant des relations avec l'activité commerciale ou industrielle.

Enfin, il peut être irrégulier et se rattache alors à de multiples causes telles que isolement défectueux du réseau, section de câbles insuffisante, mauvaise régulation, groupement défectueux des stations centrales, rupture de canalisations, etc.

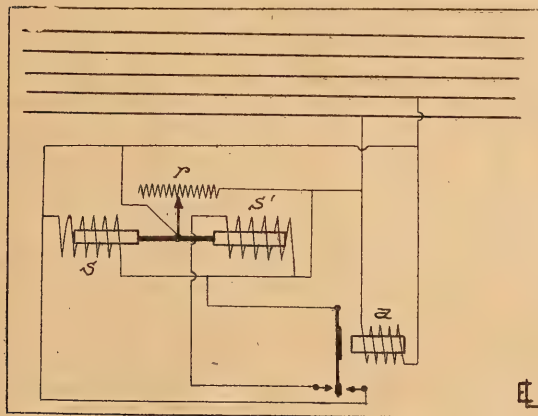


Fig. 4.

Quels sont alors les moyens de remédier aux déséquilibres? Ils sont simples, mais surtout imparfaits. D'abord l'emploi d'égalisateurs ou d'équilibreurs judicieusement répartis et de puissance convenable, la répartition de feeders bien calibrés et de canalisations suffisantes, et enfin une juste répartition des abonnés de faible puissance sur les ponts, permettront d'éliminer les premières causes des déséquilibres, ou de les supporter sans désagréments.

D'autre part, un entretien régulier des canalisations, des visites périodiques des plombs de la canalisation et des abonnés, et des vérifications régulières de l'isolement du réseau permettront de suivre et d'éviter la plupart des phénomènes capables d'amener des perturbations. Tous ces moyens dépendent de l'exploitation, l'un d'eux pourtant dépend de la fréquence des déséquilibres, c'est la répartition des abonnés. Plus le déséquilibre sera régulier et plus sa fréquence sera lente, plus il sera facile d'y remédier.

Supposons-le constant. Dans ce cas, le remède est immédiat, il suffira de reporter certains abonnés d'un pont sur l'autre, jusqu'à ce que l'on obtienne un résultat appréciable. Il faudra évidemment tenir compte des heures d'utilisation des abonnés.

Si le déséquilibre est périodique, on devra en rechercher les raisons; elle proviendront très certainement des horaires d'utilisation des abonnés. La cause étant plus grave que précédemment, il ne sera pas possible d'obtenir un équilibrage rigoureux, mais il sera facile d'atténuer les pointes et les renflements des courbes d'équilibrage, en répartissant plus judicieusement les abonnés. Il faudra dans ce dernier cas, résoudre le problème en sélectionnant les abonnés par catégories et en étudiant les horaires d'utilisation, travail peut-être long et difficile, mais susceptible d'apporter des améliorations sérieuses.

Des courbes journalières des intensités par pont des stations permettront de construire les courbes journalières, mensuelles et saisonnières de l'équilibrage et de déduire les pointes du déséquilibre ou les renflements réguliers.

Les zones de travail des feeders et l'utilisation de l'énergie électrique dans ces zones, faciliteront le travail et permettront à l'exploitant de remédier dans une certaine proportion aux défauts.

Il est bien évident que pour aider les recherches, il sera toujours possible de localiser les zones défectueuses (surtout dans le cas de réseaux denses alimentés par feeders).

Un examen minutieux de tous ces moyens d'une part, une vérification périodique et suivie de l'évolution du réseau et de l'équilibrage qui en résultera, fourniront à l'exploitant les moyens de diminuer considérablement les accidents et les défauts dus aux déséquilibres.

Il nous apparaît enfin qu'il serait possible d'améliorer considérablement la marche d'un réseau à fils multiples, en employant des égalisateurs de puissance suffisante et répondant *instantanément* aux exigences du réseau. Cela revient à dire qu'il est nécessaire de rendre les groupes autorégulateurs exempts d'inertie; on éviterait dans ce cas des fusions de plombs, causes générales de perturbations et des accidents de sous-stations ou de centrales.

Ajoutons d'ailleurs que, dans certains réseaux, les groupes ne sont pas réglés automatiquement mais manuellement, ce qui est encore plus grave; la cause provient en partie de l'insuffisance de puissance des groupes. Pour que les groupes répondent instantanément aux besoins du réseau,

deux procédés sont possibles. Le premier consiste à régler l'excitation de chaque équilibreur par un régulateur *e s* (genre Tirill ou Thury) mais ayant une constante de temps très faible (fig. 5). La commande du régulateur ne peut évidemment être faite, directement, puisqu'on exige l'instantanéité, mais alors on peut employer une lampe à trois électrodes ou triode, qui agit comme un relais sans

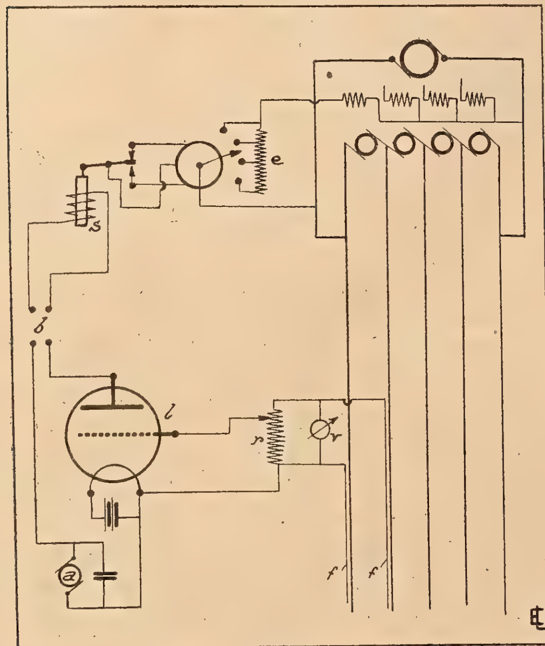


Fig. 5.

inertie. Le montage de la lampe serait simple ; sur une résistance *r* montée aux extrémités des fils pilotes *f* et *f'* serait reliée la grille de la lampe. Le courant « plaque-filament » serait évidemment proportionnel à la tension de la grille et on conçoit qu'il suffirait de l'amplifier convenablement en *b*, pour le faire agir sur le régulateur *s*.

Le deuxième procédé (fig. 6) consiste à utiliser des lampes à vapeur de mercure de puissance moyenne comme équilibreurs. Ces dernières fonctionnant comme générateurs et la théorie ainsi que la pratique permet de prévoir qu'elles peuvent être montées en série, ce qui serait indispensable dans notre cas. La figure 6 représente quatre lampes fonctionnant en « générateurs-équilibreurs » et montées sur un réseau diphasé 4 fils (toute autre disposition d'anodes pouvant être utilisée, les connexions du schéma sont données à titre indicatif). Une génératrice *c* alimente les extrêmes du réseau.

Pour réaliser l'auto-régulation, il semble qu'il serait possible d'étudier une sorte d'électrode de contrôle *a*, fonctionnant comme dans la lampe à trois électrodes et reliée à une résistance *r* montée en dérivation sur les fils pilotes.

Ce dernier procédé nécessiterait des essais que l'on peut prévoir satisfaisants.

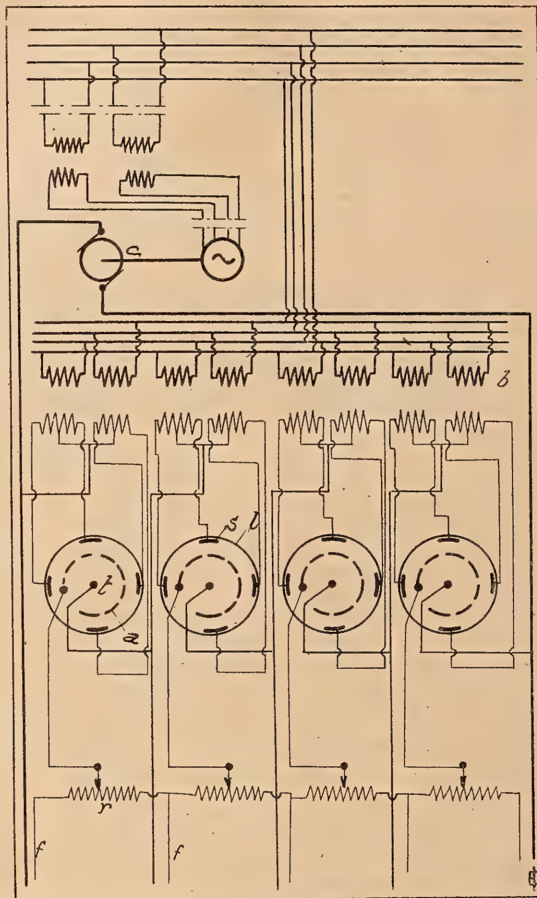


Fig. 6.

En plus d'une régulation rationnelle des réseaux à fils multiples, il serait possible d'augmenter la puissance des générateurs-équilibreurs en groupant des unités en parallèle commandées par le même dispositif de régulation.

P. MAURER.

Supplément de l'Electricien.

Les transformateurs statiques en exploitation.

(Suite [1]).

Dans cette dernière partie de l'étude d'ensemble des appareils de construction récente, l'auteur décrit notamment les principaux dispositifs de refroidissement des transformateurs.

REFROIDISSEMENT DES TRANSFORMATEURS

Le coefficient de transmission de la chaleur entre les surfaces actives d'un transformateur et l'huile étant bien plus grand que celui de la surface extérieure de l'enveloppe de refroidissement avec l'air ambiant, la nécessité s'impose, pour les gros transformateurs, de diminuer l'importance des pertes par unité de volume de la partie active pour éviter de trop grands écarts de température entre cette partie active et l'huile de refroidissement.

Pour arriver à ce but, on accroît le plus possible la surface de refroidissement des bobinages et du fer, en divisant suffisamment le fer par des canaux de circulation d'huile et les bobinages par un plus grand nombre d'intervalles.

Le refroidissement peut se faire soit à l'air libre (transformateurs à sec), soit en plongeant les transformateurs dans un bain d'huile (transformateurs dans l'huile).

Les transformateurs à sec ne sont adoptés que pour des puissances inférieures à environ 40 kilovolts-ampères et pour des tensions ne dépassant pas 5.000 volts. Ces appareils doivent alors être placés dans des locaux très secs et à l'abri des poussières et des vapeurs de toute nature.

Un système de refroidissement plus actif est quelquefois employé, c'est le refroidissement par ventilation artificielle. L'air de refroidissement étant envoyé directement, à l'aide d'un ventilateur, dans la partie active du transformateur, muni de canaux et de chicanes.

Ce dernier système, bien qu'efficace, entraîne, pour des tensions élevées, l'obligation de distances considérables entre les pièces sous tension ; il peut entraîner des poussières et de l'humidité, ce qui est très dangereux et enfin, en cas d'arrêt du ventilateur pour une cause quelconque, le transformateur, insuffisamment refroidi, peut s'échauffer rapidement et dangereusement.

Il résulte de cette remarque que le refroidissement doit être plus actif dans un gros transformateur que dans un petit. Les systèmes de refroidissement varieront avec l'importance des appareils.

Dans la majorité des cas, le mode de refroidissement par l'intermédiaire d'un bain d'huile de la partie active des transformateurs est de beaucoup préférable. C'est qu'en effet l'huile, outre qu'elle assure une meilleure isolation, permet aussi un meilleur refroidissement des transformateurs dans les meilleures conditions de sécurité.

Les liquides et l'huile notamment ont, comme l'on sait, une conductibilité calorifique bien meilleure que celle de l'air, c'est-à-dire que, pour une

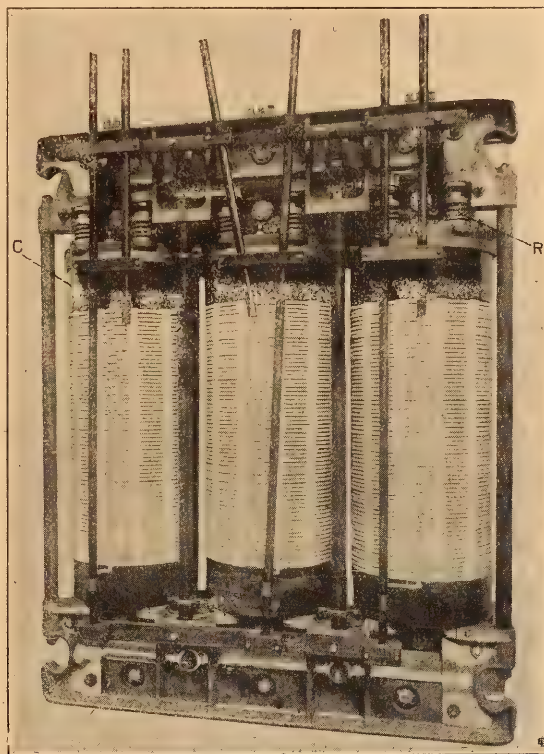


Fig. 14. — Dispositif de maintien des bobines. — C, cerclage bois dur ; R, ressort de serrage.

même surface refroidissante, la chaleur dissipée sera plus grande dans le même temps qu'avec l'air.

D'autre part, en raison du rôle isolant que joue l'huile, l'importance des isolants solides peut être moindre, en diminuant leur épaisseur ; ce qui, en raison de leur mauvaise conductibilité de la chaleur, améliore encore le refroidissement en permettant un échange plus libre des calories.

Pour les transformateurs de petite puissance, dont le refroidissement est assuré par l'intermédiaire

(1) Voir l'*Electricien* 1er avril 1921, 15 mai et 1er juin 1922.

***

d'huile, la surface extérieure de refroidissement peut être constituée simplement par la surface lisse du bac à huile qui est toujours en tôle.

Pour les puissances supérieures, à partir de 50 kilowatts environ, la surface de refroidissement doit être augmentée, par ce qu'elle n'est plus en rapport avec le volume de l'appareil suivant la remarque ci-dessus. Cet accroissement de surface est obtenu en substituant aux tôles lisses des tôles ondulées de même épaisseur. L'importance des ondulations peut varier avec la surface à obtenir. L'assemblage des tôles constituant les bacs est obtenu économiquement à l'aide de la soudure autogène. Le fond des bacs repose généralement sur un socle en fer profilé ou en fonte, qui est, à partir d'une certaine puissance, muni de galets de roulements permettant de faciliter la manutention des transformateurs.

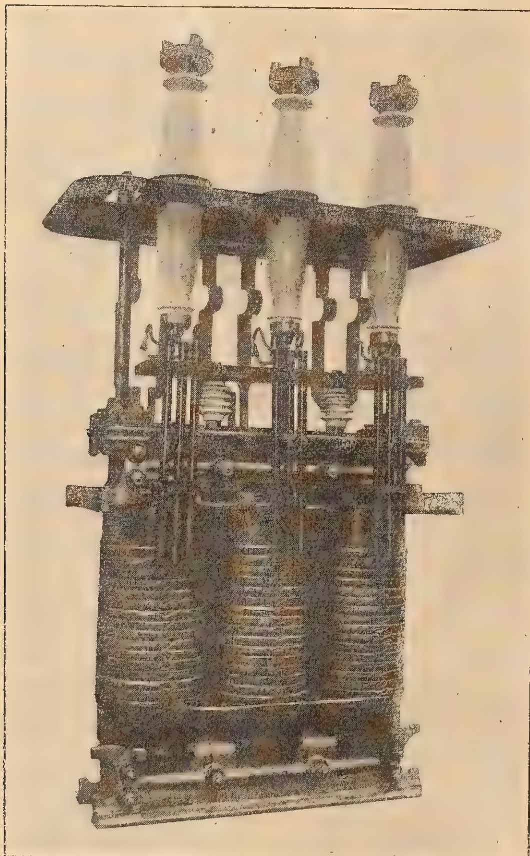


Fig. 15. — Transformateur à prises multiples.

La partie active des transformateurs est quelquefois, pour les petits modèles, suspendue au couvercle du bac, et pour les autres modèles, repose sur le fond de la cuve par l'intermédiaire d'une semelle en bois (V. fig. 7, *l'Electricien* du 1er avril 1921).

Les bornes sont disposées sur le couvercle et généralement fixées à celui-ci. Lorsque, comme cela se présente dans certains cas, il est nécessaire de faire varier le rapport de transformation d'un transformateur, des connexions spéciales sont faites aux bobinages haute tension et sont reliées à des prises prévues sur les bornes (fig. 15).

Lorsqu'il s'agit de transformateurs pour extérieur, montage sur plateaux par exemple, les bornes sont souvent fixées au bac même et disposées pour éviter d'être exposées directement aux intempéries (fig. 16.)

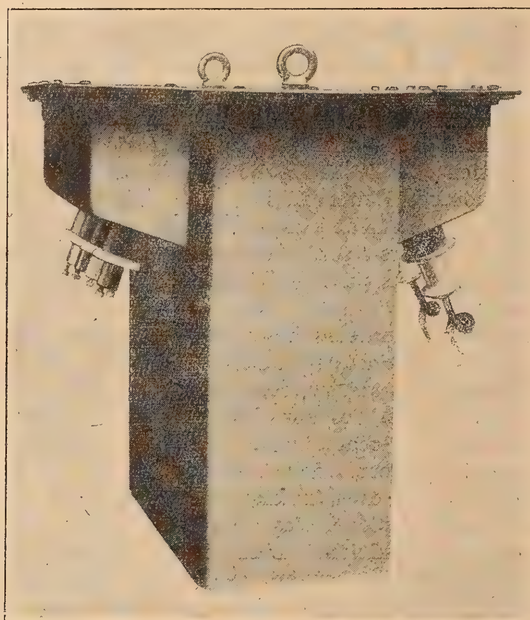


Fig. 16. — Transformateur pour montage sur poteaux.

Lorsqu'on arrive à une certaine puissance, le refroidissement naturel du bac à huile devient insuffisant, il faut avoir recours au refroidissement artificiel.

Un premier moyen, le plus généralement adopté, consiste à établir une circulation d'eau froide autour de la partie active du transformateur et vers le haut de cette dernière, où se porte le plus gros échauffement. Cette circulation est obtenue à l'aide d'un serpentin parcouru par l'eau froide, ce serpentin est disposé dans le bac et est suspendu ou non au couvercle (Voir *l'Electricien* 1er avril 1921) et autour de la partie active.

L'huile qui circule dans toute la partie active du transformateur s'échauffe et la couche la plus

échauffée gagne le haut de l'appareil. Cette couche se refroidit au contact du serpentin et redescend, sur les côtés de la cuve, vers la partie inférieure de cette dernière, établissant une véritable circulation de l'huile, dont l'effet est très efficace.

Toutefois, ce dispositif de circulation de l'huile doit être judicieusement établi pour éviter tout arrêt partiel de la circulation et tout échauffement local nuisible à la conservation des isolants; des précautions doivent être prises pour éviter les condensations aux parties froides des serpentins à l'intérieur des cuves en évitant le renouvellement de l'air dans ces dernières.

La circulation d'eau doit être assurée de façon absolument sûre, car, comme on le comprend, tout arrêt intempestif de cette circulation compromet la marche et la conservation de l'appareil, dont la température peut s'élever, lors de la marche à pleine charge, à une valeur dangereuse.

Cela est d'autant plus à redouter que, le plus généralement, les cuves sont alors en tôle lisse; dans ces conditions, il est important d'éviter toute interruption de la circulation d'eau, même lors de la marche à vide.

Une bonne précaution contre cet accident est l'emploi d'un dispositif avertisseur en cas de surélévation anormale de température; nous reviendrons sur ce dispositif.

L'importance du serpentin est d'autant plus grande que la température de l'eau de refroidissement est plus élevée. D'ailleurs, la température du transformateur dépend à la fois de la température de cette eau et du débit utilisé. On peut donc agir soit sur la surface du serpentin, soit sur le débit d'eau.

Si le débit d'eau est limité par les circonstances locales et si la température de cette eau est trop élevée, on augmente la surface du serpentin.

Dans le cas d'eau froide, ce qui correspond à une température d'environ 15 à 20 degrés, le débit d'eau de réfrigération est, par kilovolt-ampère de puissance et par heure, d'environ 1 litre à 1 l., 5. On voit que dans le cas de transformateurs de grande puissance, ce débit peut être important. Lorsqu'il dépasse les disponibilités, on peut avoir recours à un système de réfrigérants pour refroidir l'eau elle-même.

Si l'on a recours à ce dispositif, l'efficacité de cette réfrigération doit être telle que la température de l'eau soit ramenée à environ 27 degrés centigrades à l'entrée des transformateurs. En ce cas, le débit de l'eau dans le serpentin du transformateur doit être suffisant pour que la température de sortie de l'eau au transformateur ne dépasse que de quelques degrés celle d'entrée, ce qui exige des serpentins d'une certaine importance.

Lorsque les dimensions des serpentins deviennent trop grandes, entraînant un trop grand encombrement de l'ensemble du transformateur, et qu'on dispose d'eau de réfrigération à volonté, comme dans les centrales hydrauliques, un autre moyen de réfrigération consiste à refroidir l'huile du transformateur en dehors de sa cuve. L'huile chaude est aspirée à la partie supérieure de la cuve au moyen d'une petite pompe à piston ou centrifuge et refoulée à travers des serpentins placés dans un bassin parcouru par un courant d'eau (fig. 17-18).

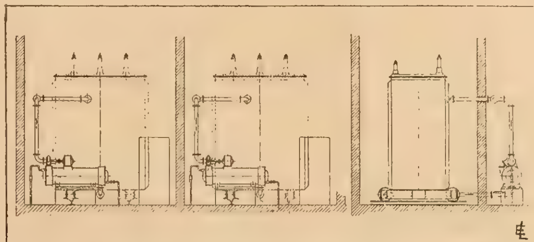


Fig. 17. — Installation de transformateurs avec appareils de réfrigération pour l'huile, vue en élévation.

A défaut d'eau en quantité suffisante, on utilise, dans certains cas, des appareils réfrigérants spéciaux où l'eau parcourt un faisceau de tubes disposés dans un cylindre, tandis que l'eau circule radialement en léchant les parois des tubes. Ce système présente les avantages d'un plus faible encombrement que le système précédent, ainsi qu'un nettoyage plus facile. Il augmente toutefois la complication d'une installation, et son emploi est réservé aux unités de grande puissance. Les figures ci-contre représentent ce mode de refroidissement. Les figures 19 et 20 représentent un système à refroidissement par circulation d'air par ventilateur.

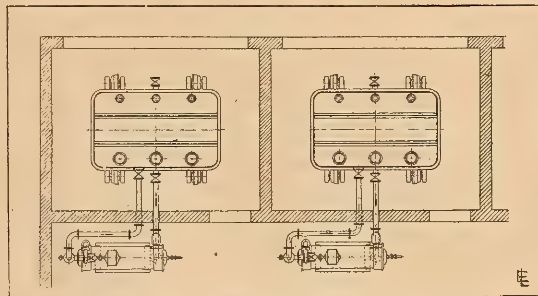


Fig. 18. — Les mêmes groupes, vue en plan.

Il est évident que dans ces deux systèmes de réfrigération de l'huile, une disposition judicieuse de circulation de l'huile s'impose pour éviter toute chance d'échauffements localisés.

Lorsqu'il n'est pas possible de disposer d'eau

pour le refroidissement, comme dans le cas de sous-stations en sous-sol de grande ville, le bac à huile peut être refroidi directement par ventilation forcée.

La cuve du transformateur est alors munie d'ailettes, comme précédemment, et entourée d'une enveloppe dans laquelle un ventilateur envoie un courant d'air forcé qui est guidé par l'enveloppe et vient lécher les ailettes de la cuve.

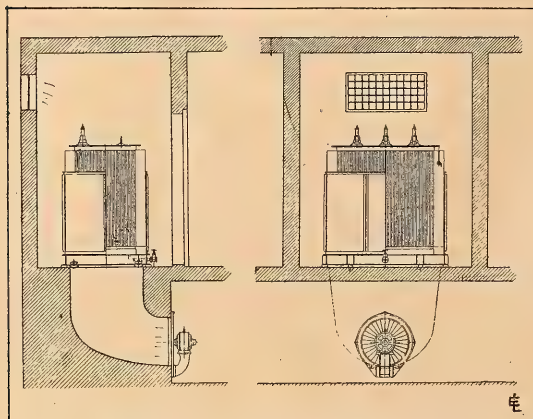


Fig. 19. — Transformateur à bain d'huile à refroidissement par ventilateur. L'air est insufflé dans la cabine par un ventilateur.

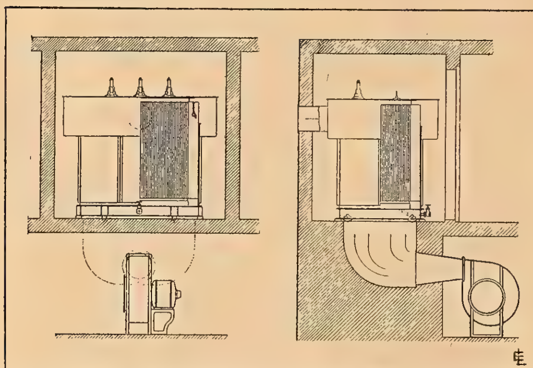


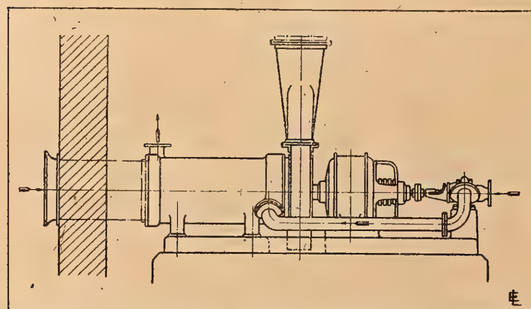
Fig. 20. — Transformateur triphasé à bain d'huile avec cuve en tôle ondulée et refroidissement artificiel. L'air est dirigé et évacué par un conduit spécial.

La circulation active de ce courant d'air en contact avec les parois de la cuve accroît considérablement la déperdition de chaleur par cette dernière et permet un abaissement suffisant de la température du transformateur.

Les figures 19 et 20 donnent les dispositions schématiques employées. Suivant ces figures, l'air est admis sous le transformateur, passe dans l'enveloppe et monte le long de la paroi ondulée de la cuve ; il se répand dans la cabine même du transformateur et est évacué dans le haut.

Le dispositif de la figure 20 est prévu pour les unités de puissance supérieure. L'enveloppe est terminée à sa partie supérieure par un caisson de dimensions plus grandes, où l'air, échauffé, occupe un volume plus grand dans cette région et de là est évacué à l'extérieur de la cabine.

La sujétion qu'imposent la surveillance et l'entretien d'un système de refroidissement artificiel des transformateurs, surveillance dont dépend la sécurité même de ces appareils et les frais d'établissement et d'entretien qu'entraîne ce système dans beaucoup de cas, notamment lorsqu'il s'agit de postes de transformation, a conduit certains



F. 21. — Réfrigérateur d'huile refroidi par ventilateur.

constructeurs à supprimer, dans tous les cas où il est possible, ce mode de refroidissement et à construire des transformateurs à refroidissement naturel de plus en plus puissants (fig. 22).

Il faut alors augmenter la surface de refroidissement et intensifier la circulation d'huile dans l'intérieur des appareils. On est parvenu à cette solution en adaptant aux cuves des transformateurs de véritables radiateurs. La circulation de l'huile s'établit alors de bas en haut dans le transformateur et de haut en bas dans les radiateurs. Cette circulation est d'autant plus active que la hauteur, c'est-à-dire que le transformateur est plus grand et qu'il est plus chargé en fonctionnement (fig. 23).

Ces radiateurs doivent être parfaitement étanches et ne présenter qu'un faible poids ; ils doivent pouvoir être facilement démontés pour le transport et la manutention des unités ; enfin, la question de circulation régulière de l'huile doit être bien étudiée pour parer à tout accident.

Ce système de refroidissement convient particulièrement bien aux transformateurs des installations du type dit « out door », c'est-à-dire ne comportant aucun bâtiment pour loger les transformateurs, qui sont ainsi installés en plein air. Le développement des radiateurs peut donc atteindre toute l'importance que nécessite le refroidissement convenable des transformateurs.

BORNES A HAUTE TENSION

L'accroissement de plus en plus considérable des voltages employés pour les grands transports d'énergie a augmenté les difficultés d'établissement des bornes de prise de courant des transformateurs.

Des effluves se produisent, en effet, entre la partie métallique des bornes et la masse de la cuve du transformateur. Il est alors nécessaire d'éviter la formation et surtout la trop grande concentration de ces effluves, qui peuvent déterminer un arc entre les bornes et le couvercle auquel celles-ci sont fixées par un dispositif convenable.

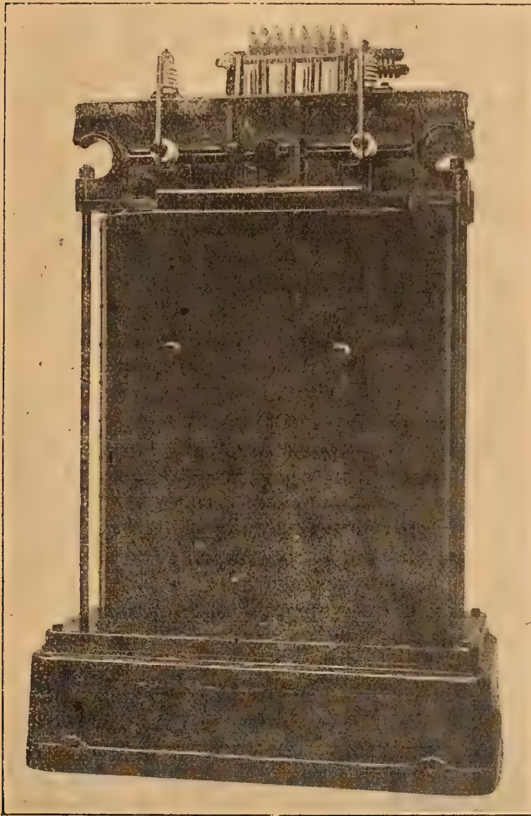


Fig. 22. — Transformateur à ventilation forcée.

Des effluves peuvent également se produire à l'intérieur des bornes, ce dispositif doit donc permettre de les éviter aussi à cet endroit.

Pour les tensions de 15.000 à 30.000 volts, la partie isolante est constituée par un manchon conique en porcelaine à surface lisse le plus souvent ; ce manchon est traversé par une tige qui relie l'enroulement du transformateur à la partie métallique de la borne. La partie inférieure de la borne plonge dans l'huile de la cuve.

Pour les tensions allant de 60 à 70.000 volts, les manchons en porcelaine comportent souvent des nervures extérieures pour augmenter la ligne de



Fig. 23. — Transformateur à refroissement naturel par radiateurs.

fuite ; pour supprimer l'intervalle d'air entre la tige centrale et la porcelaine, on remplit cet intervalle d'huile.

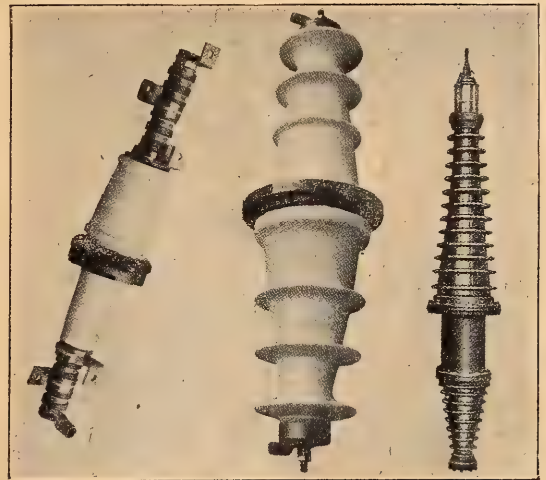


Fig. 24. — Bornes de transformateurs : 15.000 volts, 70.000 volts et à remplissage d'huile.

Lorsqu'il s'agit de tensions dépassant 70.000 volts, on emploie des bornes spéciales soit à remplissage d'huile, soit du type dit condensateur.

Dans le type à remplissage d'huile, la borne est formée de deux pièces creuses en porcelaine coniques à nervures disposées l'une au-dessus de l'autre (fig. 24) et assemblées par un manchon métallique fixant l'ensemble au couvercle. A l'intérieur des manchons de porcelaine passe la tige conductrice creuse allant à la prise de courant extérieure à l'enroulement du transformateur. Dans l'intervalle entre la tige et la porcelaine existent des écrans cylindriques isolants concentriques à la tige et remplis d'huile. La partie supérieure de la borne se termine par un tube en verre formant niveau d'huile pour le contrôle du remplissage.

Dans le type condensateur, la tige conductrice est entourée par des couches alternativement isolantes et conductrices formant condensateurs couplés en série, qui répartissent convenablement la différence de potentiel totale.

Ces deux types de bornes, dont nous donnons un spécimen de la Compagnie Thomson-Houston, ont permis de résoudre les grosses difficultés qu'entraîne l'emploi des hautes tensions actuelles et qui sont utilisables, non seulement pour les transformateurs, mais aussi pour les interrupteurs à huile, parafoudres, traversées de cloisons, etc. ; chose précieuse, si l'on songe qu'elles ont permis d'atteindre des tensions de 250.000 volts. Les photographies illustrant cette étude nous ont été obligeamment communiquées par la Compagnie Thomson-Houston.

R. Sivoine.

APPLICATIONS DIVERSES

Radiotélégraphie et radiotéléphonie par rayons infra-rouges.

Pendant la longue durée de la guerre, la collaboration de la Science, des Savants et de l'Industrie, des techniciens, réclamée depuis si longtemps en France fut véritablement complète. C'est grâce à cette heureuse union que nous sommes redevables des communications invisibles par ondes infra-rouges et ultra-violettes, qui pourront rendre les plus grands services pour assurer la sécurité de la navigation.

ONDES INVISIBLES

Il est très intéressant de constater les immenses services que nous a rendu, pendant la dernière guerre, l'hypothèse si féconde des mouvements vibratoires de l'éther : en utilisant les radiations invisibles du spectre de la lumière (les infra-rouges et les ultra-violettes), afin d'envoyer dans l'espace des signaux lumineux invisibles, ou ne pouvant pas être perçus par l'ennemi.

Le principe de cette utilisation pratique d'un rayonnement invisible était de produire une lumière riche en vibrations infra-rouge (arc voltaïque 3.500 degrés) ou en rayons actiniques (lampe à vapeur de mercure, à flamme riche en ondes ultra-violettes), et avant de projeter le rayonnement total dans l'espace, de le filtrer à travers un écran absorbant, par sa composition même, les vibrations seulement lumineuses du spectre et ne laissant passer que les radiations invisibles (*Poste transmetteur*). Il est évident qu'au *poste récepteur* on devait avoir un détecteur approprié pour ces ondes spéciales invisibles (infra-rouges ou ultra-violettes). C'est à deux chercheurs éminents que nous sommes redevables de cette merveilleuse découverte de la signalisation par la lumière invisible. Tout d'abord, en France, M. A. Charbonneau, auteur d'un ouvrage très apprécié sur « les courants alternatifs de haute fréquence » et de travaux remarquables sur ces courants pour la production de l'ozone (air électrisé), qui s'occupa pendant la guerre, en 1915, de la signalisation par rayons infra-rouges afin d'assurer au front le secret absolu de nos communications militaires. A la même époque, aux Etats-Unis, le savant professeur M. R. W. Wood, de la John Hopkins University de Baltimore, dont les recherches et travaux en optique sont devenus classiques, songea à utiliser l'autre extrémité du spectre, les radiations ultra-violettes invisibles pour conserver le secret des communications par signaux lumineux. Nous allons indiquer ces deux intéressants procédés, — qui sont maintenant bien au point.

1° SIGNALISATION PAR RAYONS INFRA-ROUGES INVISIBLES

Comme ce système ne met en jeu que de la lumière invisible infra-rouge, il fonctionne tout aussi bien le jour que la nuit et quelles que soient les conditions atmosphériques ; toutefois une brume intense est défavorable, car elle absorbe une partie de la radiation, du rayonnement calorifique et réduit tout à la fois l'intensité et la portée des communications.

POSTE TRANSMETTEUR (figure 1)

Comme source d'émission de rayons infra-rouges, on emploie de préférence *l'arc voltaïque* parce qu'il donne le plus de lumière et une très haute température (3.500 degrés à 4.000 degrés), Ceci n'est pas paradoxal, car si l'on ne voulait produire que des ondes invisibles, de faibles fréquences et de grandes longueurs d'ondes, on ne pourrait utiliser que des corps relativement peu échauffés. Plus un corps est chaud et à haute température, plus il rayonne de ces *ondes calorifiques* qui sont accompagnées d'ondes plus courtes et visibles. On a cherché, en outre, à augmenter le plus possible la température de l'arc par les moyens suivants : grande densité de courant par rapport au diamètre des charbons électrodes; charbons très homogènes, métallisés et aussi fortement minéralisés; arcs très courts, etc. Pour les postes légers transportables, et ne disposant que d'un faible ampérage de courant des lampes spéciales, à filament de tungstène ont été employées. Ces lampes à incandescence sont à atmosphère d'azote ou de néon pour leur permettre par la distillation du tungstène de leur filament, de supporter un survoltage propre à augmenter leur éclat et température. Le filament, de gros diamètre, enroulé en spires presque jointives, a la forme d'un cylindre ayant la dimension de « la caustique » du miroir projecteur, c'est-à-dire du lieu des intersections successives des ondes réfléchies par ce miroir; la longueur utile de ce filament correspond à une différence de potentiel variant de 6 à 8 volts.

PROJECTEUR

Un miroir parabolique concentre les rayons visibles et invisibles en un faisceau qui est dirigé vers le poste récepteur. Les miroirs employés sont en bronze doré ou en verre argenté; leur longueur totale est d'un demi-diamètre environ si l'on se sert d'un arc électrique; pour les lampes à atmosphère gazeuse dont le rayonnement est sensiblement sphérique on emploie les miroirs dont la courbure est plus accentuée et l'on place ces lampes au foyer des miroirs (voir figure du poste transmetteur.)

ÉCRAN FILTREUR

Avant de sortir du projecteur, le faisceau lumineux doit traverser un écran ou filtre qui absorbe la totalité des radiations visibles. Cet écran est constitué par du verre à l'oxyde de manganèse ou au protoxyde de cuivre, matière opaque (à la lumière visible) qui, comme l'ébonite et certaines solutions opaques (iode dans du sulfure de carbone) a la propriété de se laisser traverser, d'être transparente pour les ondes de grande longueur (infra-rouges). Cet écran filtreur, qui ferme le tambour du projecteur, est constitué par une glace plane en verre, obscurcie dans sa masse par divers produits (silice, soude, chaux, oxyde de manganèse ou oxyde de cuivre, en proportions variées) afin d'absorber les radiations visibles; malheureusement, l'écran absorbe aussi une légère partie des radiations infra-rouges, du rayonnement utile.

Comme les glaces ordinaires des projecteurs de lumière (Sauter et Harlé), l'écran est sectionné en lames dont les joints sont recouverts par de minces garnitures métalliques, en raison de la température.

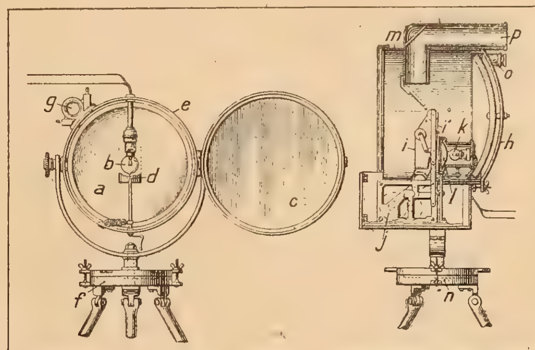


Fig. 1. — Poste transmetteur. Fig. 2. — Poste récepteur.

LÉGENDE : *a*, miroir; *b*, lampe; *c*, écran filtreur; *d*, volet d'occultation; *e*, tambour du projecteur; *f*, support; *g*, lunette de visée.

h, miroir; *i*, bande recouverte d'un enduit phosphorescent; *j*, mécanisme d'entraînement de la bande; *k*, lampe excitatrice; *l*, écran filtreur; *m*, tambour; *n*, support; *o*, lunette de visée; *p*, ouverture pour observer la bande,

OBTURATEUR-MANIPULATEUR

Tous les appareils transmetteurs possèdent *un obturateur* constitué par un volet opaque interposé entre la source lumineuse et le miroir, pour couper à volonté le flux d'émission afin de permettre la manipulation de signaux codifiés au Morse comme s'il s'agissait de messages de T. S. F. Les « transmetteur et récepteur » sont munis d'un *tube de visée* (lunette) réglable, parallèle à l'axe optique de leur miroir et permettant de pointer l'appareil dans la direction de son correspondant.

La portée du transmetteur dépend de la température de la source et reste proportionnelle au diamètre des miroirs projectants. Il existe donc, par suite, divers modèles correspondants à des besoins différents. Les transmetteurs portatifs n'effectuant que de courtes liaisons de télégraphie optique ne dépassant pas 2 kilomètres, sont consti-

tués par des projecteurs de 0 m. 26, montés sur pieds et pesant à peine 5 kilogrammes, avec lampe à azote de 40 à 50 watts alimentée par une petite batterie d'accumulateurs. Pour effectuer les liaisons entre postes distants de 3 à 6 kilomètres, on conserve le même projecteur, mais à la place de l'ampoule, on emploie une lampe à arc alimentée par un groupe électrogène portatif. Pour communiquer à grandes distances (10 à 25 kilomètres), on utilise les projecteurs réglementaires (0 m. 60 à 1 m. 50) de l'armée et de la marine en y adaptant l'écran filtreur pour le transmetteur et en fixant au foyer du miroir du *projecteur récepteur*, l'ampoule contenant l'élément de détection.

On peut avec un projecteur de 0 m. 26 transmettre ou recevoir sur des distances d'autant plus grandes que le poste correspondant (transmetteur ou récepteur) est plus puissant.

POSTE RÉCEPTEUR (figure 2)

Il comprend un miroir parabolique concave (ou une lentille) qui concentre le faisceau reçu en son foyer, où se trouve le détecteur spécial du rayonnement infra-rouge. La réception des signaux invisibles peut se faire de deux façons différentes, elle peut être *visuelle* (système A. Charbonneau) ou bien *auditive* (systèmes de MM. Hébert-Stevens et Larigaldie, sapeurs du génie).

1° **Réception visuelle** (Charbonneau). — Dans ce premier système, une bande sans fin en papier, recouverte de sulfure de zinc (*Zn* S) *vert phosphorescent*, se déroule au foyer du miroir récepteur. La lumière électrique d'une lampe de 10 volts, filtrée par un écran liquide spécial qui permet seulement le passage des ondes lumineuses de haute fréquence (rayonnement violet), illumine fortement le ruban et excite la phosphorescence de l'enduit (*Zn* S). Les émissions infra-rouges, codifiées au Morse et captées par le miroir, s'inscrivent alors sur la bande en traits et points noirs par extinction de la phosphorescence; la bande reste lumineuse entre les éléments des signaux et ces signaux eux-mêmes. Un dispositif spécial permet à ce système, en plaçant la bande détectrice photo-luminescente dans l'obscurité, de fonctionner également le jour ou la nuit. La bande est animée d'un mouvement de translation continu et uniforme, devant le foyer du système optique, à l'aide d'un mécanisme d'horlogerie *j* (voir le schéma du poste récepteur). La lampe servant à l'excitation de la phosphorescence, est enfermée dans une boîte spéciale, très étanche, munie sur une de ses faces d'un écran filtrant *l* constitué, soit par un verre bleu monochromatique, soit mieux par une cuve transparente contenant une solution de sulfate de cuivre ammoniacal. Les rayons de la lampe traversent cet écran liquide avant de tomber sur la bande mobile en un point autre que le foyer du miroir (ou de la lentille réceptrice). Comme les rayons *I R* éteignent la phosphorescence de *Zn S*, pour la provoquer il est nécessaire de se servir de l'action des *radiations bleues* excitatrices. L'ensemble du dispositif de réception est monté également dans un tambour de projecteur *m*, fermé en avant par un verre noir permettant ainsi la réception pendant le jour, en provoquant derrière lui, l'obscurité nécessaire dans le tambour pour bien observer les variations de la phosphorescence de la bande en mouvement. Le tambour récepteur, comme celui du poste transmetteur, est monté à la cardan sur son support de façon à pouvoir orienter (ou percevoir) dans toutes les directions le faisceau invisible de rayons infra-rouges; il est, comme lui, muni d'une lunette de visée (*o*) et, en outre, d'une ouverture coudée (*p*) afin d'observer sur la bande, au droit du foyer du miroir, les extinctions de la phosphorescence produites, sur la bande mobile, par la réception en rayons invisibles infra-rouges.

Photographie des signaux reçus. — Pour cela, on interpose entre le foyer du système optique récepteur (miroir ou lentille) et l'écran filtrant (*l*), un dispositif permettant d'appliquer contre la bande phosphorescente un autre ruban recouvert d'une émulsion sensible (pellicule, — genre film, — ou papier). On arrive ainsi à photographier les signaux envoyés par cette télégraphie optique tout à fait invisible, à des distances variant de 2 km 5 à 33 kilomètres, suivant la puissance (le diamètre) des appareils projecteurs et récepteurs. Tous les appareils de M. A. Charbonneau ont été employés avec un réel succès par les armées et marines alliées pendant la dernière guerre.

Détection de navires en mer (expériences effectuées à Toulon). — Grâce aux appareils Charbonneau, on a pu constater que si un faisceau d'infra-rouges traversait normalement une passe, le passage d'un bâtiment quelconque de *surface* à travers ce faisceau, était de suite décelé, détecté en pleine mer.

Cette expérience a été faite durant la nuit, par atmosphère fort pure; le faisceau infra-rouge, entièrement invisible, émané de l'Estérel (poste transmetteur), était pointé et dirigé sur le poste récepteur du fort « Porthuau » (distance 9 km. 5), et reçu sur le miroir parabolique en verre « Sauter-Lemonier » de 0 m. 60 de diamètre. On enregistra alors, sur la bande mobile photo-luminescente, un trait noir continu, bien net. A un signal convenu le

torpilleur « La Poupée » appareilla, ses feux hermétiquement voilés et traversa le faisceau infra-rouge à six reprises différentes, et à 1.200 mètres environ du poste récepteur, avant de reprendre son mouillage. Chaque fois, le passage du torpilleur fut nettement *détecté* par une interruption du trait noir sur la bande.

Les distances franchies par ces rayons invisibles sont, comme pour les ondes hertziennes de la T. S. F. plus grandes la nuit que le jour où les rayons ultra-violets solaires donnent des phénomènes d'interférences, souvent contraires à la résonnance. En plein jour, en plein soleil, les portées sont d'environ 25 % toujours plus faibles.

Tableau des distances franchissables par rayons infra-rouges (d'après M. Charbonneau.)

Récepteur de (diamètre)	*Transmetteur* de (diamètre.)			
	30 cm.	60 cm.	90 cm.	**120** cm.
30 cent.	2 km. 5	5 km.	6 km. 800	8 km. 500
60 cent.	5 km.	10 km.	13 km. 600	16 km. 600
90 cent.	7 km. 5	15 km.	20 km. 400	24 km. 400
120 cent.	10 km.	20 km.	27 km. 200	33 km. 200

2° **Réception auditive.** — Dans le second système de réception, fort pratique et mis au point par MM. Hébert-Stevens et Larigaldie, une capsule spéciale (détecteur) reliée aux oreilles de l'écouteur par un tuyau de caoutchouc, est placée au foyer du miroir récepteur (fig. 3). La capsule, à disque protecteur de fluorine ou de quartz (pavillon), est recouverte intérieurement de noir de fumée, — les surfaces noires étant celles qui absorbent le plus d'ondes visibles et invisibles, — elle transforme directement les émissions d'ordres calorifiques que lui renvoie le miroir en vibrations sonores, à la condition que ces émissions n'aient pas une fréquence inférieure à celles auxquelles l'oreille est sensible (1.000 à 1.500 au moins par seconde). La fréquence des émissions de chaleur rayonnante, dont dépend le timbre des vibrations sonores, est déterminée au moyen d'un interrupteur mécanique animé d'un mouvement fort rapide coupant, soit le faisceau lumineux au poste transmetteur, soit le flux obscur au poste récepteur. La capsule réceptrice est placée derrière une roue perforée la masquant et dont la vitesse de rotation donne la hauteur du son. Une puissante lentille concentre le faisceau infra-rouge sur la grille de la capsule. Cet interrupteur, sorte de « tikker rotatif » comme ceux employés dans la réception des transmissions de T. S. F. à ondes entretenues, n'a donc rien de semblable avec celui employé pour former des signaux Morse.

TÉLÉPHONIE SANS FIL PAR INFRA-ROUGES

Ce système auditif de réception des ondes infra-rouges est fort simple, mais comme il ne fait intervenir aucun relai, il ne permet donc pas de hautes intensités de son, ni par suite, de grandes portées. On peut améliorer la sensibilité de la capsule réceptrice en lui adjoignant un résonateur approprié. En tous cas, la capsule se prête bien à *la réception de la parole même*; elle permet d'établir des *communications téléphoniques sans fil* infra-rouges.

Au poste transmetteur, on emploie alors un arc chantant « de Poulsen », dans un gaz hydrocarburé quelconque, comme en radiotéléphonie. On a déjà pu communiquer de cette façon, par infra-rouges, sur plusieurs centaines de mètres. Cette méthode est en pleine voie de perfectionnement.

DÉTECTION PAR PILE THERMO-ÉLECTRIQUE

Principe. — En se basant sur les expériences classiques de Melloni sur la chaleur rayonnante, M. Charbonneau, ainsi que MM. Hébert-Stevens et Larigaldie, ont employé pour la réception des ondes infra-rouges, une « pile *thermo-électrique* » de grande sensibilité et de très faible inertie, répondant presque instantanément aux variations de température auxquelles elle est soumise. Le couple est placé au foyer du miroir récepteur et constitue l'organe détecteur en même temps qu'il joue le rôle de relai-photophonique. Le courant produit par le couple, lorsque les ondes infra-rouges émises l'échauffent, le courant est coupé par un vibrateur analogue au tikker employé dans la réception des ondes entretenues en T. S. F. Il est, de cette façon transformé en vibrations ou intermittences ayant une fréquence (1.000 à 2.000) susceptible de produire un son dans le téléphone de réception.

Le couple électro-thermique est constitué par un disque de platine de 1/100 de millimètre d'épaisseur et de 2 à 3 millimètres d'épaisseur, fixé par son arête à un premier support de nickel; un mince cristal de tellure (métalloïde voisin du sélénium et du soufre), dont la base est soudée à un second support de nickel, vient appuyer sa pointe au centre du disque de platine; une fusion légère en ce point permet un bon contact. On fait cette soudure avec une électrode de Kjellberg spéciale.

Le couple est placé dans une chambre réfractaire au rayonnement visible, mais pourvue d'une fenêtre en mstière transparente aux ondes infra-rouges qui pénètrent ainsi dans l'enceinte.

La rapidité avec laquelle ce couple répond aux émissions obscures concentrées sur lui par le miroir, sa constante de temps à l'échauffement et au

refroidissement est en général inférieure à 1/5 de seconde, ce qui en fait sa grande sensibilité.

La sensibilité de ce détecteur d'infra-rouges s'accroit lorsqu'on enferme les couples dans un vide très poussé qui supprime le refroidissement par convexion et diminue les pertes par conductibilité calorifique. Un *potentiomètre* et une *boucle de réglage* sont intercalés dans le circuit, afin de compenser l'induction produite par le tikker vibrant. On pourra ainsi toujours maintenir *le silence dans le téléphone*, quand on n'envoie pas de signaux optiques, en annulant alors les courants parasites provenant des conditions atmosphériques ou du rayonnement ambiant.

Le courant débité par le couple, sous l'effet des émissions du rayonnement obscur infra-rouge du poste transmetteur, se trouve interrompu à une fréquence musicale par les vibrations du tikker, et il est dirigé dans un *amplificateur à tubes à vide* ou *audion*, employés en téléphonie sans fil. Le but de cette batterie de petits tubes est de permettre l'audition des signaux radiotélégraphiques émis par des postes de très faible puissance, comme les appareils portatifs qui furent employés par les armées en campagne. Les audions sont montés en parallèle; ils reçoivent le son du courant du couple, haché et rythmé par le tikker.

GALVANOMÈTRE DÉTECTEUR

On peut se passer de l'amplificateur et du tikker, quand les appareils ne sont utilisés que comme détecteur d'ondes infra-rouges et non pour des communications télégraphiques. Dans ce but les inventeurs ont construit un galvanomètre-relai extrêmement sensible, composé d'un cadre extra-léger de une ou plusieurs spires; ce cadre est monté à pivots dans le champ magnétique intense d'un puissant électro-aimant, dont l'une des pièces polaires est percée d'un canal permettant au cadre de tourner autour d'un de ses grands côtés. Une légère aiguille équilibre ce cadre; elle sert soit d'index, en projetant à l'aide d'un système optique, son image, grossie 40 fois sur un verre dépoli, soit à déclencher un relai optique qui actionne un avertisseur lumineux ou une sonnerie. Ce galvanomètre a été étudié spécialement pour les postes installés sur les navires, sans en subir aucun mouvement. .

Pour les usages militaires, le système de détection des ondes infra-rouges par couple thermo-électrique, a l'avantage d'offrir plus de sécurité aux opérateurs. En effet, si le miroir récepteur doit être braqué vers le poste transmetteur, l'opérateur peut, lui, se tenir dans un abri; la sacoche contenant le tikker et le casque téléphonique d'écoute étant reliée au miroir récepteur par un câble à deux conducteurs pouvant être aussi long que la sécurité l'exige.

Notre marine de guerre s'est beaucoup servie du système de signalisation par ondes infra-rouges. Elle a fait de nombreuses expériences ayant principalement en vue de se procurer :

1° Un système simple de communication sûre entre bâtiments;

2° De navire à la terre et en sens inverse;

3° Une méthode de repérage des feux de bord ou de feux fixes obscurs ;

4° Et surtout, une méthode de détection de tout bâtiment naviguant en surface, passant entre deux postes de détection, placés de chaque côté d'une passe ou constitués par deux navires de surveillance. Les steamers ne cessent d'émettre par les cheminées, des ondes infra-rouges en quantité qui peuvent être captées par des miroirs récepteurs orientables, à détecteurs spéciaux, comme nous venons de l'indiquer. En conséquence, un navire quelconque naviguant feux éteints n'en sera pas moins décelé, détecté et même repéré avec une grande exactitude.

Il y a donc là un moyen de lutter contre un abordage possible des navires en mer, — bien qu'une brume très dense soit un assez grand obstacle. — On peut du reste, amplifier par des batteries de tubes à vides, le faible courant auquel les ondes éteintes donnent naissance dans la pile thermo-électrique. Dans un autre ordre d'idées, M. Vernon Boys a combiné le principe d'un couple (B*i*-P*b*) thermo-électrique avec celui du galvanomètre à cadre mobile pour étudier le rayonnement des astres (radiomicromètre Boys). La sensibilité de l'appareil permettait de percevoir le rayonnement thermique d'une bougie située à 2 km. 800.

Grâce à W. Coblentz, on a pu en Amérique (1914), combiner un radiomicromètre avec un puissant télescope, et obtenir un appareil pouvant déceler le rayonnement tehermique d'une bougie placée à 53 milles (85 kilomètres environ). Cet instrument construit en vue du rayonnement des astres, malgré sa sensibilité, ne manifesta de réactions que pour une centaine de corps célestes, principalement pour les planètes du système solaire.

DÉTECTION DES ICEBERGS

On peut encore, avec ce système de signalisation, réduire et éviter les rencontres dangereuses entre navires et icebergs (catastrophe du *Titanic*). En effet, si étant impressionné à distance par une source calorifique, quelconque le couple donne naissance à un courant révélateur (dans le téléphone récepteur ou dans le galvanomètre), à l'approche

d'un *iceberg*, source intense de froid apparent, le couple subirait, par rayonnement, une perte de chaleur qui se manifesterait par la production d'un courant électrique de sens inverse, plus ou moins intense, mais en tous cas détectable. La glace ne rayonne pas réellement du froid, mais encore de la chaleur par rapport à la température du zéro absolu (273 degrés), mais elle rayonne moins de chaleur que le couple électro-thermique qui se trouve à la température ambiante. En résumé, la portion du couple, tourné vers l'iceberg, émet donc de la chaleur et se refroidit, tandis que l'autre partie reste à la température ambiante ; la différence des températures (t_1-t_2) nécessaire pour la production d'un courant par le couple se trouve ainsi réalisée. Par suite, un iceberg peut être révélé à distance, de jour ou de nuit, tout comme s'il s'agissait d'une source de chaleur quelconque, plus ou moins intense. Pour terminer, nous voyons que ce sont des compatriotes, des Français : l'ingénieur A. Charbonneau et les sapeurs Hébert et Larigaldie qui ont mis au point l'emploi des rayons invisibles, d'une extrémité du spectre des radiations infra-rouges pour la télégraphie optique invisible et la radiotélégraphie et radiotéléphonie, si employées pendant la guerre par les armées et marines alliées. Cette signalisation continuera à rendre de grands services en temps de paix, notamment pour la navigation, en évitant des catastrophes analogues à celle du *Titanic*. Les Américains peuvent revendiquer l'utilisation des rayons ultra-violets (appareils du professeur Wood), de l'autre extrémité du spectre.

ANDRY-BOURGEOIS,
Ingénieur des Mines E. S. E.

Informations.

Autorisations. — Concessions.

Charente. Deux-Sèvres et Vienne. — La Société « l'Union électrique régionale » (siège social à Ruffec, Vienne) a demandé une concession de distribution d'énergie électrique aux services publics s'étendant dans les départements de la Vienne, des Deux-Sèvres et de la Charente.

L'énergie serait fournie par la Société des forces motrices de la Vienne. Les lignes comprises dans la concession seront les suivantes :

1° Une ligne partant du poste de transformation pour aboutir à Civray et traversant les communes de Saint-Saviol et Saint-Pierre d'Exideuil, dans le département de la Vienne.

2° Une ligne partant du poste de transformation pour aboutir à Sauzé-Vaussais et traversant les communes de Limalonges et Sauzé-Vaussais, dans le département des Deux-Sèvres.

3° Une ligne partant du poste de transformation pour aboutir, d'une part à Villefagnan, par les communes de Saint-Macoux et Voulême (dans le département de la Vienne), les Adjots, Taizé-Aizie, Ruffec, La Faye, Villegats, Courcôme et Raix, dans le département de la Charente ; d'autre part à Tusson par les communes de Tuzie, Salles, Lonnes, Charmé et Bessé, dans le département de la Charente également.

Ces trois lignes desserviront, outre les trois villes de Ruffec, Civray et Sauzé-Vaussais pour lesquelles des concessions communales sont en cours d'obtention, les communes du parcours qui désireront profiter des avantages de l'énergie électrique à des conditions à intervenir ultérieurement.

Charente-Inférieure. — La Société d'électricité Surgères, Aigrefeuille, Mauzé et extensions, a sollicité une concession pour la distribution de l'énergie électrique aux services publics organisés en vue des transports en commun, de l'éclairage public ou privé, ou de la fourniture de l'énergie aux particuliers, sur le parcours compris entre Thairé et Marsais (département de la Charente-Inférieure) en traversant les communes de Thairé, Ballon, Ciré, Ardillières, Landrais, Saint-Germain de Marencennes, Saint-Mars, Surgères, Saint-Saturnin-du-Bois, Marsais, avec dérivation sur Saint-Georges-du-Bois et Puyravault.

Et entre Marsais et Saint-Georges-de-Rex (département des Deux-Sèvres), en traversant les communes de Priaires, Usseau, La Rochenard, Prin-Deyrançon, Mauzé, Saint-Hilaire-la-Pallud et Saint-Georges-de-Rex.

Dordogne et Corrèze. — La Société Jacquetty et Cie, de Juillac, a demandé l'autorisation d'établir, par permission de voirie, une ligne de distribution d'énergie électrique à 5.000 volts entre Marvis (Dordogne) et Juillac (Corrèze) en empruntant le territoire des communes de Génis, Salagnac et Juillac.

Haute-Garonne. — Le Conseil général de la Haute-Garonne a émis un vœu tendant à ce que les pouvoirs publics « imposent aux compagnies de force hydraulique des index ne comportant pas une majoration de plus de 30 % ».

Isère. — La Chambre de commerce de Vienne a émis un vœu tendant à ce que le régime des distributions d'énergie électrique établies en vertu de permissions de voirie soit réformé dans un sens plus favorable aux consommateurs.

On sait que la proposition de loi de M. Néron, rédigée dans un but analogue, est actuellement soumise à l'examen de la commission des mines et de la force motrice de la Chambre des députés et que M. Charlot, député, a été chargé de rédiger un rapport relatif à cette proposition de loi.

Nord. — La Société d'électricité de la région de Valenciennes-Anzin a sollicité l'autorisation d'établir, sans attendre l'accomplissement des formalités réglementaires, une canalisation souterraine à haute tension destinée à l'alimentation des usines « Escaut et Meuse » et empruntant le territoire des communes de Valenciennes et d'Anzin.

Cette canalisation sera comprise dans la concession d'État pour une distribution d'énergie aux services publics demandée par la dite Société et actuellement en cours d'instruction. Elle comprendra deux feeders allant de la centrale aux usines susvisées et un feeder de secours branché sur la ligne « Services publics » desservant la ville de Saint-Amand.

Une autorisation provisoire d'exécution des travaux a été accordée à la Société mais à ses risques et périls et sous les conditions techniques habituelles.

Oise. — Le directeur général des coopératives agricoles d'électricité de l'Oise a demandé l'autorisation en faveur des coopératives de Catenoy et du Valois, de procéder à l'installation immédiate des différents réseaux communaux à basse tension pour lesquels elles sont en instance de concession.

Ces autorisations provisoires ont été accordées mais seulement pour les distributions communales suivantes qui, seules, ont fait l'objet de demandes de concession régulières :

Pour la coopérative de Catenoy : réseaux d'Angicourt, Brenouille, Catenoy, Cinqueux, Bailleul-le-Sec, Epineuse, Monceaux, Nointel, Morey et Saint-Aubin-sous-Erquery.

Pour la coopérative du Valois : réseaux de Barbery, Baron, Brasseuse, Fleurines, Fresnoy-le-Luat, Rosoy-en-Multien, Rosières et Rully.

Orne. — La Société de distribution d'électricité de l'Ouest, qui a présenté en 1921 une demande de concession de distribution d'énergie électrique aux services publics (secteurs d'Aube, de Couterne et de Segré), a demandé à étendre son réseau par une nouvelle ligne allant de Nonant à Vimoutiers, avec dérivation sur le Sap.

Rhône. — La municipalité de la commune de La Chapelle du Mardore se propose d'établir sur son territoire, une distribution d'énergie électrique.

Savoie. — La société hydro-électrique de la Maurienne a sollicité une concession d'Etat, avec déclaration d'utilité publique, pour l'établissement et l'exploitation d'une distribution d'énergie électrique aux services publics organisés en vue des transports en commun, de l'éclairage public ou privé ou de la fourniture de l'énergie aux particuliers, sur le parcours compris entre Lanslevillard et Villarrodin-Bourget, empruntant le territoire de diverses communes dans le département de la Savoie.

Seine-et-Oise. — La municipalité d'Arpajon a demandé l'établissement d'une régie municipale pour la distribution de l'énergie électrique dans cette commune.

— Une conférence a été tenue, conformément à l'instruction ministérielle du 15 juillet 1920, entre les ingénieurs du génie rural et du contrôle des distribuions d'étnergie électrique, au sujet de l'établissement d'un réseau rural de distribution d'énergie électrique dans la commune de Villaines.

Deux-Sèvres — La Société l'« Electrique de Vendée » a demandé la concession par l'Etat d'une distribution d'énergie électrique aux services publics de Chassenon à Maillezais (Vendée) avec dérivation sur Coulonges-sur-l'Autige (Deux-Sèvres).

La distribution en question se trouve presque en entier dans le département de la Vendée. Seule la dérivation sur Coulonges-sur-l'Autige pénètre dans les Deux-Sèvres, de 3 kilomètres environ; elle est destinée à alimenter la distribution communale que cette ville a accordée à l'« Electrique de Vendée » par concession approuvée au début de cette année.

Vaucluse. — La municipalité de La Bastide des Jourdans a soumis à l'approbation du préfet un avenant portant modification à la convention qu'elle a passé en 1907 avec la « Société électrique du littoral Méditerranéen » pour la distribution publique de l'énergie dans la commune. Cet avenant aurait dû tenir compte des nouvelles dispositions insérées dans le cahier des charges-type du 28 juin 1921; mais comme les parties contractantes sont d'accord pour son application immédiate, il n'a pas paru nécessaire d'en exiger la modification pour le moment. Toutefois son approbation ne devra être accordée qu'à titre provisoire et pour une durée d'une année à l'expiration de laquelle la commune aura à présenter une nouvelle tarification conforme à l'article 11 du Cahier des charges-type de 1921.

LÉGISLATION

Modification des installations intérieures.

A la suite des difficultés qui s'étaient élevées entre certains abonnés et des compagnies concessionnaires au sujet de l'application de l'art. 19 des cahiers des charges des concessions communales, intitulé : Surveillance des installations intérieures l'Administration des Travaux publics a été saisie de la question.

Dans la principale affaire examinée il s'agissait d'une compagnie qui voulait imposer à des abonnés anciens, sous menace de leur couper le courant, des modifications dans des installations intérieures équivalant en fait à leur réfection complète.

Le Service du contrôle estimait : 1° que la compagnie dont il s'agit devait se borner, dans sa surveillance desdites installations, à exiger les mesures prévues par l'art. 19 susvisé; 2° qu'elle était tenue de faire la preuve que celles-ci n'étaient pas appliquées; 3° qu'en cas de désaccord, elle devait, surtout s'il s'agissait d'un abonné ancien, surseoir à la suppression de courant jusqu'à la décision de l'ingénieur en chef. Enfin ce dernier consultait l'administration sur le point de savoir s'il n'y aurait pas lieu à cette occasion d'établir des règles techniques uniformes pour les installations intérieures afin de bien préciser les droits et obligations des compagnies et de leurs abonnés.

De la décision récente intervenue au sujet de cette affaire, après avis de la Commission des distributions d'énergie électrique, il résulte que les droits du concessionnaire, en ce qui concerne les installations intérieures et les mesures qu'il peut imposer à un abonné, sont explicitement définies dans l'art. 19 et que ledit concessionnaire ne peut à sa guise exiger toutes les modifications qu'il peut lui plaire de prescrire.

Les services de contrôle doivent veiller à éviter les abus d'interprétation de cet article, notamment à l'égard d'installations consacrées par l'expérience, à la condition que celles-ci soient toujours en bon état.

Au cas où des intallations, précédemment reçues, viendraient, par la suite, à être reconnues défectueuses, le concessionnaire, s'il le juge nécessaire pour la sécurité de son exploitation, peut, en cas de désaccord, avec l'abonné sur les mesures à prendre pour faire disparaître toute cause de danger ou de trouble dans le fonctionnement général de la distribution, se refuser à continuer la fourniture du courant. Toutefois cette décision, qui engage sa responsabilité pécuniaire au cas où la suppression du courant ne serait pas justifiée, doit être portée à la connaissance de l'ingénieur en chef du contrôle chargé, aux termes de l'art. 19 précité du cahier des charges, de régler le différend survenu et de décider si, dans l'intérêt de la sécurité publique, la suppression du courant doit être maintenue provisoirement.

En ce qui a trait à l'établissement d'une réglementation générale des installations intérieures, l'Administration estime qu'en raison des différences existant en pratique dans ces installations chez les divers abonnés, des dispositions générales uniformes risqueraient, du fait même de leur précision et de leur rigidité, de donner lieu à de nombreuses difficultés d'application et qu'il n'y a pas intérêt à y procéder, du moins pour le moment.

Cette décision invitait les services du contrôle, pour s'éclairer sur les dispositions auxquelles doivent satisfaire les installations intérieures, à s'inspirer d'une part des instructions générales rédigées par l'Union des syndicats d'électricité, d'autre part, des dispositions prescrites par le Ministère du travail en ce qui concerne les installations existantes dans les établissements industriels.

J. DE LA RUELLE.

Nouveaux tarifs

des indemnités à payer pour traversées ou emprunt des voies ferrées par les canalisations électriques

Une Circulaire ministérielle en date du 14 mai 1922 fixe comme suit les nouveaux tarifs.

Une circulaire ministérielle du 5 septembre 1908 a fixé les conditions à imposer pour la traversée et l'emprunt des voies ferrées par les canalisations de distribution ou de transport d'énergie électrique, notamment en ce qui concerne les indemnités dues, en cas de traversée, par les entreprises de distribution d'énergie électrique aux concessionnaires des voies ferrées.

L'application des règles posées par cette circulaire en matière d'indemnités ayant, dans ces derniers temps, soulevé des difficultés, j'ai reconnu qu'il y avait lieu de préciser les bases du calcul de ces indemnités, tant pour les emprunts longitudinaux que pour les traversées.

D'autre part, il n'est pas douteux que le taux desdites indemnités doit être relevé, car il ne se trouve plus en rapport avec les charges nouvelles de l'exploitation des chemins de fer, la plus-value des terrains et l'importance des avantages consentis aux entreprises de distribution.

En conséquence :

A la suite de pourparlers récents avec les Administrations des grands réseaux, j'ai décidé que les allocations à attribuer aux compagnies pour traversée ou emprunt longitudinal des voies ferrées seraient fixées ainsi qu'il suit :

I. — *Traversées des voies ferrées.*

a) Lignes de transport ou de distribution d'énergie électrique traversant les voies ferrées et comportant l'implantation de poteaux, la pose de supports ou de conduites à installer dans les emprises du chemin de fer :

	par an francs.
Indemnité fixe de...........................	25 »
augmentée comme suit :	
1° Pour chaque poteau ou support implanté sur le domaine public du chemin de fer...............	15 »
2° Par mètre courant de câble souterrain traversant le domaine public du chemin de fer..........	0 50

Il y a lieu de remarquer que ces taxations ne sont pas applicables aux canalisations traversant le chemin de fer sous un passage inférieur, sans avoir aucun contact avec les ouvrages du chemin de fer; ces canalisations peuvent, en effet, aux termes de la circulaire du 30 juillet 1921, être établies sans arrêté spécial d'autorisation.

b) Lignes de transport ou de distribution d'énergie électrique ne comportant ni implantation de poteaux, ni pose de supports ou conduites à installer dans les emprises du chemin de fer :

	par an francs.
Indemnité fixe de...........................	25 »

II. — *Emprunt longitudinal des voies ferrées.*

1° Pas d'indemnité fixe.	
2° Par poteau ou support implanté sur le domaine public	15 »
3° Par mètre courant de ligne aérienne (quel que soit le nombre de conducteurs de la ligne).........	0 10
4° Par mètre courant de câble souterrain établi dans le sol du domaine public.....................	0 25

Toutefois, l'indemnité totale due au chemin de fer en cas d'emprunt longitudinal ne pourra être inférieure à 25 francs.

Je vous invite en conséquence, à faire établir sur les bases ci-dessus le chiffre de l'indemnité qui doit figurer à l'article 5 de l'arrêté dont le modèle était annexé à la circulaire ministérielle du 5 septembre 1908, qui reste en vigueur dans toutes celles de ses dispositions non modifiées par ces nouvelles instructions.

J'adresse un exemplaire de la présente circulaire à M. le Directeur du Contrôle de la Voie et des Bâtiments et à MM. les Ingénieurs en chef du contrôle des Distributions d'énergie électrique.

Le ministre des Travaux publics,
YVES LE TROCQUER.



Droits de contrôle.

Supports. — Traversées de routes. Lignes multiples.

Question. — Le décret du 17 octobre 1907, modifié par les décrets du 7 septembre 1912 et du 17 mai 1921 spécifie la nature des supports imposables. Il dit textuellement « poteaux ou pylônes ». D'autre part la circulaire du 5 mai 1914 dit implantation des supports sur le domaine public. Les potelets et ferrures en façade sur une route nationale sont-ils imposables au titre support ?

Réponse. — Non. Les potelets et ferrures en façade sur une route nationale ne sont pas imposables au titre « support » car il n'y a pas occupation du domaine public. La réponse à cette question est d'ailleurs donnée en toutes lettres par le décret du 17 octobre 1907 modifié en 1912 et 1921, dont l'article 4, paragraphe 2, est ainsi rédigé :

« Les embranchements desservant les immeubles ainsi que les supports et appuis établis sur des immeubles particuliers n'entrent pas en compte. »

Question. — Le décret du 17 octobre 1907 modifié par le décret du 6 septembre 1912 et 28 février 1920 sur les frais de contrôle dit, à l'article 10, paragraphe 3 que « chaque partie de canalisation établie sur la voie publique est considérée comme ayant au moins un demi-kilomètre ».

Ceci ayant trait aux frais de contrôle est-il applicable aux redevances ou une traversée des routes nationales ne doit-elle pas plutôt être taxée sur sa longueur linéaire exacte pour sa redevance ?

Ceci aurait pour résultat de ramener à 20 mètres environ une longueur comptée pour 500 mètres.

Réponse. — Les dispositions de l'article 10, paragraphe 3 précité du décret du 17 octobre 1907, modifié par les décrets des 6 septembre 1912 et 28 février 1920 ne sont pas applicables pour le calcul des redevances dues en raison de l'occupation du domaine public par les distributions d'énergie électriques. Les traversées des routes nationales ou autres doivent être taxées sur la longueur linéaire exacte des canalisations et suivant les tarifs prévus par le décret du 17 octobre 1907 modifié par les décrets du 7 septembre 1912 et 17 mai 1921.

Question. — La circulaire du 5 mai 1914 commente l'article 4 du décret du 17 octobre 1907 modifié par le décret du 7 septembre 1912. Ces dispositions sont-elles applicables à des câbles souterrains empruntant la même fouille sous la même voie nationale, mais placés par suite d'autorisations de dates différentes, à des époques différentes ? A noter que ces câbles forment chacun une canalisation (donc pas assimilable à des câbles formant conducteurs juxtaposés puisqu'une de ces canalisations peut être relevée sans qu'il soit besoin de relever les autres).

De même une canalisation aérienne et une autre souterraine empruntant la même voie sont-elles chacune imposables de la redevance? Il reste entendu que ces différentes canalisations appartiennent au même concessionnaire.

Réponse. — En ce qui concerne la première question une décision ministérielle du 9 juin 1917 a décidé que la *juxtaposition* des conducteurs souterrains (visés dans la circulaire du 5 mai 1914 pour le calcul des redevances et des frais de contrôle) doit être considérée comme réalisée lorsque *ces conducteurs auraient été établis dans une même tranchée si leur pose avait été simultanée.* C'est le cas envisagé.

En ce qui concerne la seconde question une canalisation aérienne et une autre canalisation souterraine empruntant la même voie sont chacune imposables à une redevance séparée puisqu'il y a deux natures diverses d'occupation du domaine public. Cette réponse est applicable même lorsque ces canalisations appartiennent au même concessionnaire.

J. DE RIGNEY.



JURISPRUDENCE

Revision de tarifs. Avenant intervenu pendant la période de guerre. Possibilité d'obtenir une indemnité. — L'existence d'un avenant intervenu pendant la période de guerre en vue de relever les tarifs, n'est pas un obstacle à l'allocation d'une indemnité nouvelle, à condition qu'il n'ait pu prévoir l'accroissement du prix des matières premières dans l'avenir, dans la mesure où il s'est réalisé.

(C. d'Etat, 3 juin 1921. Société Anonyme le Centre Electrique, C. ville de Chatellerault.)

Revision des tarifs. Refus de la ville. Cessation du service. Déchéance. — Le refus formulé par une ville d'accorder à une compagnie, l'aide financière qui lui est nécessaire, en raison de la crise économique résultant de la guerre, n'est pas un motif suffisant pour justifier la cessation du service. La Compagnie, si elle estime avoir droit à un relèvement de ses tarifs, doit poursuivre la réalisation de cette mesure par les voies de droit, tout en continuant à assurer, par tous les moyens en son pouvoir, le service public dont elle avait la charge.

Si elle ne le fait pas, c'est à bon droit que la ville prononce sa mise en régie : les conséquences pécuniaires de cette mesure doivent rester à la charge de la Compagnie.

(C. d'Etat, 3 juin 1921, affaire précitée.)

Vol de courant par branchement clandestin. — Le fait de se procurer du courant électrique ne passant pas par un compteur, au moyen d'un branchement établi clandestinement, constitue le délit de vol prévu par l'article 410 du Code pénal.

(Tribunal correctionnel d'Annecy, 7 sept. et 19 octobre 1920.)

René GÉRIN,
Avocat à la Cour de Lyon.

Inventions. — Appareils et procédés nouveaux

TRANSFORMATEUR DE TENSION POUR COURANT CONTINU

On utilise une dynamo à courant continu ordinaire, mais comportant quatre balais *b* et *b'*, disposés aux extrémités de deux diamètres faisant un angle α entre eux (fig. 1).

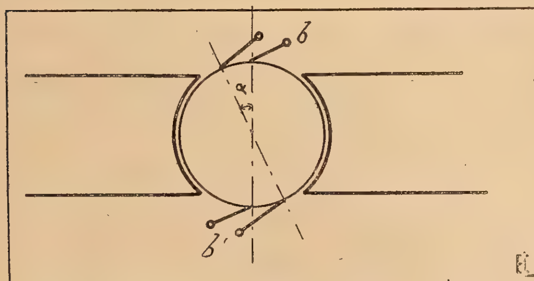


Fig. 1.

Deux des balais servent à l'alimentation de la dynamo en moteur, et les deux autres à recueillir le courant engendré par le déplacement de l'induit entre les pôles de l'inducteur. On a, en effet, si E est la tension d'alimentation, une tension E_1 égale à : $E_1 = E \times \cos \alpha$. (Br. Fr. 534.665. — De Valserre.)

INTERRUPTEUR POUR ÉCLAIRAGE ÉLECTRIQUE TEMPORAIRE ET PERMANENT

Cet interrupteur est caractérisé (fig. 2) par un petit tablier *s* monté dans la partie tournante *a*. Des tiges métalliques groupées par deux *t* et *t'* servent de contact, et la liaison est opérée à l'aide de mercure ou de poudre métallique fine.

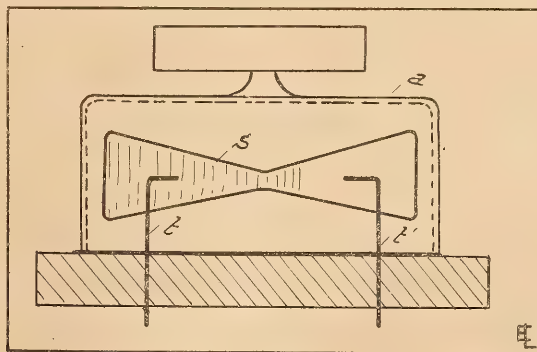


Fig. 2.

Une position intermédiaire de l'interrupteur permet un éclairage continu. (Br. Fr. 535325. — Geyling.)

DOUILLE POUR LAMPE A INCANDESCENCE

Dans le contact central de la douille (fig. 3), le guide *b* servant au contact produit par le plongeur *a* s'adapte sur le disque isolant *c* à l'aide d'un écrou *j*; le fil conducteur amenant le courant passe par le trou central *f* et une ouverture latérale *g*; il est serré entre l'écrou *j* et l'écrou *k*. Une goupille *l* placée sur le guide empêche sa rotation lorsqu'on serre les écrous, et une saillie *r* empêche l'enveloppe de tourner lorsqu'on serre l'écrou *q*. (Br. angl. 169.904.) M. M.

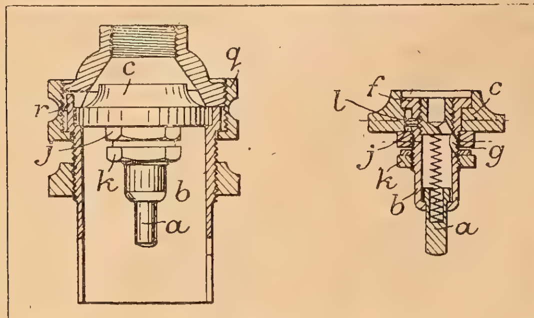


Fig. 3.

RELAIS POUR COURANT ALTERNATIF

Ce relais est pourvu d'un léger interrupteur à friction pour éviter le bruit produit par les vibrations du noyau. Le relais, (fig. 4), comprend un noyau fixe 2, de pièces polaires 4, 5 et une armature 9 attirée dans l'entrefer des pièces polaires. En même temps que l'armature 9 est attirée, une légère et mince armature 6, recouverte à son extrémité par une feuille de cuivre, est attirée contre les bords de l'armature 9 et produit la friction retardatrice désirée. La feuille de cuivre empêche les armatures de se coller lorsque le courant est coupé dans le relais (Br. angl. 169.711.) M. M.

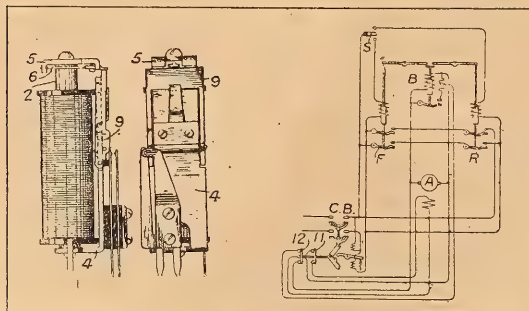


Fig. 4. F. 5.

CONTROLE DE MOTEURS ELECTRIQUES A COURANT CONTINU POUR MACHINES-OUTILS

Pour contrôler le courant passant dans l'enroulement shunt d'un moteur A conduisant une raboteuse, par exemple fig. 5. on emploie une paire de contacts inverseurs F R. Des mesures sont prises pour exercer un freinage dynamique puissant du moteur lorsqu'un des contacteurs sombre au moment voulu. L'effet est obtenu en faisant fonctionner l'interrupteur principal S de façon à fermer le contacteur ouvert; produisant ainsi un court-circuit momentané; l'interrupteur C B agit immédiatement et coupe le courant d'alimentation. L'interrupteur peut, comme le montre la figure, être pourvu de contacts auxiliaires 11, 12 qui coopèrent avec le contacteur B pour établir une autre coupure du circuit comprenant une résistance. Dans le cas où les contacteurs inverseurs fonctionneraient normalement. (Br. angl, 170.984.) M. M.

▨ ▨ ▨

Règle à calcul

pour détermination du facteur de puissance.

Je lis dans le numéro du 1er mai 1922 de *l'Électricien* (p. 202) l'article de M. P. Cornice sur la détermination du facteur de puissance d'un réseau électrique.

Ce que propose, en somme, l'auteur de l'article, c'est d'établir à l'avance un tableau à double entrée, permettant de résoudre l'équation

$$P = E\,I\sqrt{3}\cos\varphi$$

pour diverses valeurs de E.

L'inconvénient des tableaux c'est qu'ils ne donnent que des valeurs *isolées* : l'interpolation est parfois malaisée. Il peut paraître plus simple de construire une règle à calcul qui permette de déterminer l'une quelconque des quatre variables de l'équation connaissant les trois autres.

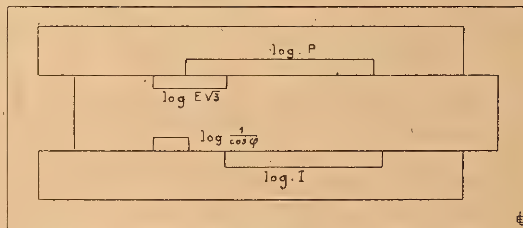


Fig. 1,

On peut en effet écrire (en triphasé, pour fixer les idées).

$$\frac{P}{E\sqrt{3}} = \frac{I}{\frac{1}{\cos\varphi}}$$

Il est très simple de graduer soi-même logarithmiquement une règle en bois, en donnant respectivement aux quantités P, E, I, et cos φ les valeurs convenables dans les limites des données de l'installation que l'on veut contrôler (fig. 1).

Au lieu d'une règle plane, on peut établir une « boîte à calcul », cylindrique, plus portative dans certains cas. (Tous ceux de mes camarades qui ont été dans l'artillerie anti-aérienne pendant la guerre se rappelleront quel usage fréquent nous faisions, au début surtout, de ces « bonbonnières » pour le calcul de nos corrections de tir ! Pourquoi l'outil qui a rendu tant de services pendant la guerre n'en rendrait-il pas quelques-uns pendant la paix ?

A. Chalamon,
ingénieur E. C. P.

PRATIQUE INDUSTRIELLE

Avantages et inconvénients de la mise à la terre du point neutre.

On met à la terre le point neutre des transformateurs du côté haute tension. En monophasé, c'est la spire médiane que l'on met au sol.

Les avantages de la mise à la terre du point neutre d'un transformateur sont :

1° L'écoulement facile des charges statiques.

2° Le réglage des parafoudres à cornes. Entre deux cornes on a $\frac{U}{\sqrt{3}}$ constamment. Si le point neutre n'est pas au sol on peut avoir U entre les cornes ; en effet, si nous avons un conducteur à la terre, nous aurons U entre les cornes et celles-ci cracheront. Dans ce cas, le réglage est difficile à effectuer (fig. 1 et 2).

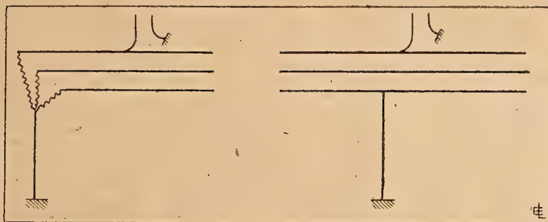


Fig. 1. Fig. 2.

3° Si l'on a plusieurs lignes sur les mêmes poteaux, l'induction électro-magnétique est réduite ; on a, en effet, un système électrostatique triphasé ; la symétrie des tensions est maintenue et l'effet sur un conducteur voisin est nul.

Si le point neutre n'est pas à la terre, et qu'un conducteur de cette ligne soit en contact avec le sol, les tensions ne s'équilibrent plus, d'où une forte induction dans les conducteurs voisins.

4° Lorsqu'un conducteur présente une terre, il y a court-circuit par le sol et les disjoncteurs des départs déclenchent : on s'aperçoit de suite du défaut (fig. 3).

Mais si les avantages de la mise à la terre du point neutre sont intéressants, les inconvénients en sont quelquefois graves. Le plus sérieux de ces inconvénients est la présence de l'harmonique 3e dans le réseau.

O A représente la tension simple, A C la tension due à la présence de l'harmonique 3e. Si nous mettons le point neutre à la terre, nous avons entre le sol et la ligne, non plus la tension simple, mais la tension O C (fig. 4).

La présence de l'harmonique 3e donne naissance dans les trois enroulements à des forces électromotrices qui sont toujours en concordance de phases et des courants intenses se ferment par le sol. De plus l'induction dans les lignes téléphoniques voisines est très grande ; si le point neutre n'est pas à la terre, ces courants ne peuvent pas prendre naissance. (Dans les trois enroulements, les forces électromotrices d'ordre 3 sont en phases).

Il est quelquefois gênant d'avoir un déclenchement et dans le cas de la mise accidentelle d'un conducteur à la terre, nous avons vu que le déclenchement est inévitable si le point neutre est à la terre.

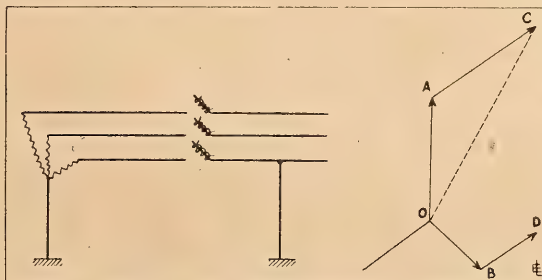


Fig. 3. Fig. 4.

Conclusions. — I. — Pour les petites installations où les déclenchements ne sont pas de grande importance, la mise à la terre du point neutre s'impose.

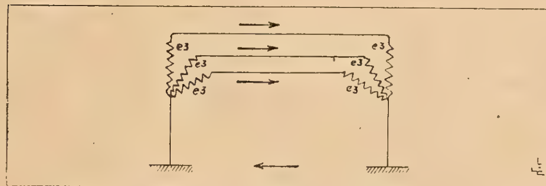
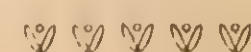


Fig. 5.

II. — Dans le cas d'un grand réseau où les terres accidentelles sont fréquentes, il est de toute évidence que la mise à la terre du point neutre doit être rejetée. Un déclenchement d'un grand réseau est toujours à éviter, car les conséquences en sont graves ; les indemnités que doit payer aux consommateurs le producteur d'énergie se chiffrent quelquefois par des milliers de francs, pour un arrêt de quelques minutes.

Sur les grands réseaux, on décèle les terres accidentelles par l'appareil de Creigthon que nous décrirons dans un prochain article.

F. Boureille,
Ingénieur I. E. G.



NOTIONS PRATIQUES

++

Problèmes sur les appareils de mesure
(*suite* [1])

H. — Avec un voltmètre de résistance connue on peut déterminer la valeur des résistances de 2 conducteurs.

Exemple 111. — Pour connaître les valeurs x et y de deux résistances, on les fait parcourir, en série, par un courant (fig. 1). On mesure à l'aide d'un voltmètre de résistance 500 ohms les différences de potentiel : 1° entre les extrémités A et B de x, on trouve 2 volts ; 2° entre les extrémités B et C de y, on trouve 5 volts ; 3° entre les extrémités A et C de leur ensemble, on trouve 10 volts. Calculer x et y.

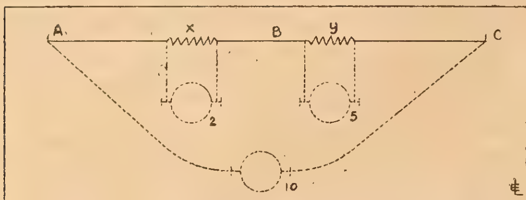


Fig. 1.

I. — Voltmètre électrostatique.

Exemple 112. — On a construit un voltmètre à l'aide d'un condensateur constitué (fig. 2) par deux anneaux de 10 centimètres de rayon, dont l'un est fixe et l'autre mobile, est fixé à un fil qui passe dans la gorge d'une poulie et porte à l'autre extrémité un aimant. Le poids de l'aimant équilibre exactement celui de l'anneau mobile du condensateur.

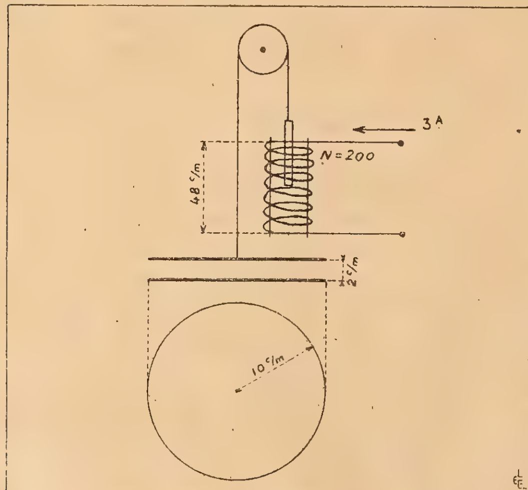


Fig 2.

sateur. L'extrémité inférieure de l'aimant se trouve au centre d'une bobine de 48 centimètres de longueur sur laquelle sont enroulées 200 spires d'un conducteur isolé. La tension à mesurer étant appliquée aux armatures du condensateur, on règle le courant dans la bobine de façon que l'armature mobile se maintienne en équilibre à 2 centimètres au-dessus de l'armature fixe. On trouve que le résultat est obtenu par un courant de 3 ampères.

Sachant que la masse magnétique aux extrémités de l'aimant a été trouvée égale à 2 unités électromagnétiques. C. G. S., on demande la tension soumise à la mesure.

(On sait que la force d'attraction entre les armatures d'un condensateur est : $F = \frac{V^2 S}{8 \pi e}$ *ampères, V différence de potentiel entre les armatures, exprimée en unités électrostatiques e distance entre les armatures, en centimètres).*

Le champ au centre de la bobine, dont on néglige l'effet des extrémités est, en unités électro-magnétiques :

$$\frac{4 \pi}{10} \frac{N I}{l}$$

N, *nombre de spires, I courant en ampères, l longueur de la bobine, en centimètres).*

(1) Voir l'*Electricien* du 1er janvier 1922 et suiv. Les solutions doivent être envoyées dans le délai d'un mois. Des mentions sont délivrées pour 50 solutions justes.

BIBLIOGRAPHIE

++

Les électro-aimants et les bobines d'induction, par H. de Graffigny, ingénieur civil, directeur de l'Institut électrotechnique de l'Ecole du génie civil. Prix : 6 fr.

Ce petit ouvrage contient et résume toutes les connaissances qu'il peut être utile de posséder sur ces deux classes d'instruments, au double point de vue de la construction et des applications. Aidé d'une abondante illustration, il permettra à l'amateur comme au praticien de comprendre les phénomènes de l'induction et les expériences classiques qui en découlent.

Installations électriques industrielles. Choix du matériel, par R. Cabaud. 1 vol. de la Bibliothèque professionnelle (Baillière et Fils). Prix : 10 francs.

Ce petit volume contient les principales indications qui peuvent être utiles pour le choix des machines et de l'appareillage. On y trouve les caractéristiques des machines, les considérations sur leurs emplois et rendements, et cet ouvrage rendra des services non seulement aux élèves des écoles professionnelles, mais aussi aux installateurs et techniciens.

Travail des métaux, par J. Michel. 1 vol. de la nouvelle collection des Recueils de recettes rationnelles (Desforges). Prix : 10 francs.

La seconde édition de cet ouvrage montre la faveur avec laquelle il a été accueilli par les techniciens de toutes les industries en rapport avec le travail des métaux.

L'impôt sur le revenu, par Louis Copin, avocat au Barreau de Valenciennes. Une brochure 12 × 19 de 36 pages. Prix : 2 fr. 75.

L'auteur de cette brochure est un ferme partisan de l'impôt sur le revenu.

Il lui a semblé que les difficultés d'application du nouveau règlement fiscal et son produit pécuniaire, encore très modeste en cette période de début, provoquent dans certains milieux des mouvements d'opinion injustifiés. Estimant que la loi fiscale actuelle comporte des améliorations, il esquisse une politique fiscale et énumère quelques modifications à apporter au règlement actuel.

TRIBUNE DES ABONNÉS

++

*Notre Tribune est une rubrique de renseignements mutuels ouverte à tous nos abonnés. La Rédaction de l'*Electricien *n'est pas responsable des réponses fournies. Nous prions nos lecteurs de limiter leurs demandes au domaine de la pratique industrielle.*

DEMANDES

N° 649. — Demande renseignements pour réception des communications radiotéléphoniques Duval et Boutinon, sur courte longueur d'onde.

N° 650. — Je serais désireux d'avoir les renseignements suivants : 1° Schéma théorique des fils pour relier un pont (croquis ci-contre fig. 1). Le courant d'alimentation est triphasé 500 volts, 1 moteur de 20 HP sur levage, vitesse du crochet 20 mètres par minute, 1 moteur de 12 HP pour la translation du pont, vitesse 60 m. par minute. Quel est votre avis sur les puissances et vitesses de ces moteurs? 2° Les sections des fils en tolérant 5 0/0 de perte; 3° Si le moteur de translation peut être installé comme sur le croquis ou s'il est préférable d'employer 2 moteurs dont l'un serait en C et l'autre en B (avantages et inconvénients); 4° La cabine de manœuvre comprenant tableau et controller pourrait être placée en B ou A. Quel est votre avis sur la cabine? 1 moteur de 5 HP pour le chariot, vitesse 60 mètres par minute.

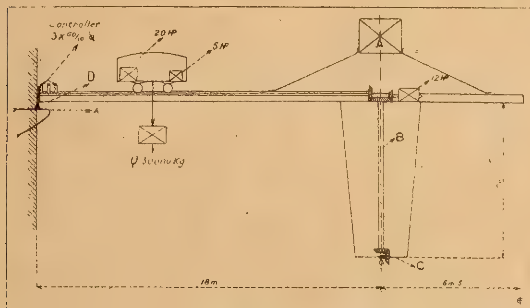


Fig. 1.

N° 651. — Une Compagnie exploite une distribution d'énergie électrique sous le régime des permissions de voirie. Cette compagnie se propose d'étendre son réseau et elle demande à le soumettre tout entier au régime de la concession simple (c'est-à-dire substituer une concession aux permissions de voirie actuelles et englober dans cette concession, la partie de son réseau qui n'est encore qu'à l'état de projet). Quelles seraient *sommairement* les formalités administratives à remplir pour ce changement ?

N° 652. — L'*Electricien* du 15-1-22, page 180 contenait ceci : « La société des Forces électriques lorraines à Metz, vient d'être autorisée provisoirement à faire circuler le courant dans ses lignes dont la tension est 380/220 volts. *La question de l'admission de cette tension* est actuellement soumise à l'examen du Comité d'électricité. Que signifie ceci ? Toutes les tensions indistinctement ne sont-elles pas admises dans les réseaux ? Le décret du 30 juillet 1921 n'en fait pas mention, peut-être le régime pour l'Alsace n'est-il pas le même ?

N° 653. — Je suis à 350 kilomètres de Paris et voudrais installer un poste récepteur de téléphonie sans fil me permettant de recevoir les répétitions et signaux météorologiques de F. L. Je dispose d'une batterie d'accumulateurs de 4 volts, 30 ampères-heure et une tension de 20 volts (piles); le schéma *b*, figure 2 de *l'Electricien* du 15-4-22 (amplificateurs à transformateurs comportant 2 lampes) me paraît facilement réalisable; un lecteur ayant déjà réalisé ce montage pourrait-il, à ce sujet, me donner les renseignements : 1° S mm² et N tours du bobinage primaire et secondaire ainsi que S cm² du circuit magnétique en admettant un rapport de 5; 2° longueur de l'antenne et résistance de l'écouteur; 3° Adresses de maisons pouvant me fournir les lampes Audion. E. L.

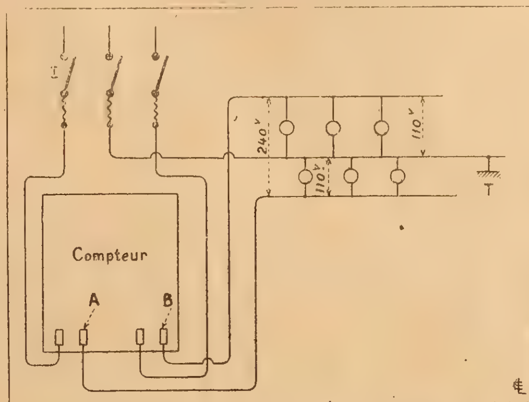


Fig. 2.

N° 654. — Dans une distribution d'éclairage courant continu 3 fils (voir fig. 2) j'avais constaté que le compteur, tournait lorsque toutes les lampes étaient éteintes. J'ai sonné les fils et j'ai trouvé sur le neutre une terre T me donnant 150.000 ohms, à la magnéto, j'ai ensuite débranché les deux fils A et B et réenclenché l'interrupteur tripolaire I. Le compteur, tournait ! Peut-on me dire d'où vient cette anomalie. Le compteur est un compteur OK, type W. 100 ampères.

N° 655. — Quel est l'isolement minimum que l'on peut tolérer dans une distribution de lumière.

N° 656. — Serais reconnaissant au lecteur qui pourrait me procurer l'adresse de *L'Onde Hertzienne*, revue de télégraphie et téléphonie sans fil.

N° 657. — Quel serait le moyen le plus efficace d'éclairer d'une façon parfaite, la nuit, un atelier de pose de photographie, lequel a les dimensions suivantes : longueur : 6 mètres; largeur : 3m,50; hauteur : 2m,80.

Je crois que le choix de diffuseurs conviendrait à cette installation; quels sont ceux qui donnent le meilleur rendement ? Quelle puissance lumineuse serait nécessaire par difuseur, combien de diffuseurs ?

N° 658. — Pourrait-on m'indiquer un livre traitant les moteurs à répulsion et en particulier ceux de l'A. E. G. dont la plupart sont de construction très complexe.

N° 659. — Pourrait-on m'indiquer un ouvrage dans n'importe quelle langue (pourvu qu'il soit illustré) traitant de la construction des réseaux haute et base tension en y joignant des *considérations d'esthétique*, notamment les diverses ormes de ferrures pour les circuits de basse tension, et des vues de cabines de transformation.

N° 660. — Comment, et par quelle formule ou équation, trouve-t-on la force d'un courant (fleuve, rivières, etc.), en supposant que la section intéressée soit de 1 mètre carré et la vitesse du courant de 1 mètre à la seconde? Quel rendement efficace aurait une roue hydraulique à palettes plates, dont les surfaces sont de $1 \times 3 = 3$ mètres carrés à chaque palette et le courant de 0,70 centimètres à la seconde ?

Demandes d'adresses de constructeurs.

N° 661. — Adresse de maison construisant des moteurs pour métier à tisser mécanique ?

N° 662. — Demande adresse d'une maison qui construit des ventilateurs électriques type industriel.

N° 663. — Adresses de fournisseurs de roues hydrauliques (genres Poncelet, Zuppinger ou similaires) pour basses chutes (1 mètre à 1 m., 30 environ). Débit à l'étiage 4^{m^3},5. Prix approximatif.

N° 664. — Adresses de fabricants de toiles résistantes pour chauffage de tapis, etc.

N° 665. — Pourriez-vous me faire connaître l'adresse de constructeurs d'appareils de T. S. F. et surtout de téléphonie dans fil, appareils simples, pour pouvoir écouter à 200 ou 400 kilomètres la Tour Eiffel, ses concerts radiotéléphoniques, ainsi que ceux de La Haye ?

N° 666. — Pourriez-vous m'indiquer adresses de fabricants de moteurs électriqnes très faible force (100 à 150 watts) pour alternatif 50 pér. 110 v. entre deux fils.

N° 667. — Je suis à la recherche d'une maison faisant la construction d'appareils de stérilisation de l'eau par l'ozone, petits appareils domestiques.

N° 668. — Quelle maison pourrait fournir petits tours électriques construits spécialement pour rebobiner les induits de magnéto. Prix approximatif.

N° 669. — 1° Qui peut fournir des machines à river à main ?

2° Qui peut fournir des poinçonneuses portatives pour percer des poutrelles ou des rails sur l'âme à n'importe quelle distance des extrémités ?

3° Qui peut fournir des dégauchisseuses à bois du plus petit modèle existant ?

RÉPONSES

N° 617 R. — Si le transformateur de 170 kilovolts-ampères comporte 3 prises sur chaque phase côté haute tension et étant donné que la différence de voltage des deux transformateurs n'étant pas très importante (20 volts), la mise en quantité pourra se faire, je crois, sans grande difficulté. Pour cela après avoir relié les primaires et secondaires symétriquement comme l'indique le schéma, on branchera sur une des phases un ampèremètre A et on choisira les prises du transformateur de 175 kilovolts-ampères qui feront naître le moins de courant de circulation dans les enroulements basse tension. Ces 2 transformateurs étant à vide, c'est-à-dire ne délestant rien sur le circuit d'utilisation. B. CORCEVAY.

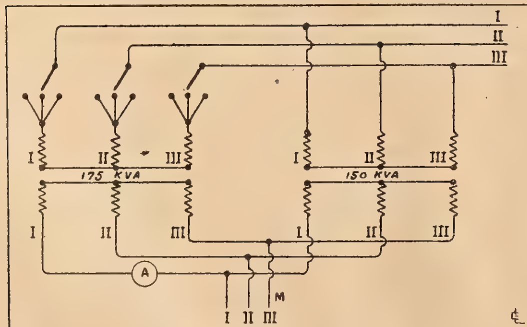


Fig. 3.

N° 638 R. — Une antenne peut affecter une forme différente, mais il est bien évident que distribution du courant, rendement, rayonnement, amortissement, etc., sont variables et peuvent être franchement mauvais pour des dispositions défectueuses.

Dans la majorité des cas, le rapport $\frac{1}{4l}$ est plus grand que 1, mais il vaut mieux étalonner par comparaison.

P. M.

N° 646 R. — Pour camions électriques, voyez maison H. Crochat, 131, boulevard Ney, Paris.

N° 648 R. — Voyez Compagnie générale de l'Ozone, 80, rue Saint-Lazare, Paris.

N° 649 R. — Les émissions journalières de radiotéléphonie faites par les laboratoires Ella peuvent être reçues par un simple montage B. F. (3 lampes ordinaires) avec détection par galène. Avec une antenne de 25 à 30 mètres, la réception est parfaite jusqu'à 15 à 20 kilomètres de Paris. Des correspondants situés à 80 kilomètres accusent une bonne réception sur montage ci-dessus avec antenne de 3 brins de 35 mètres.

Il est également possible d'effectuer une excellente réception à 110 kilomètres avec un dispositif lampe de couplage qui assure au poste récepteur un rendement maximum et une sélection parfaite. L'intensité mise ordinairement dans l'antenne varie entre 1 ampère et 1 ampère 1/2 suivant les essais effectués.

N° 651 R. — Le passage sous le régime de concession devient obligatoire pour une extension de réseau. La demande de concession, accompagnée du plan, de l'état de renseignements et du projet de cahier des charges correspondant, doit être faite au Maire s'il s'agit d'une commune, au préfet pour plusieurs communes dans le même département, et au ministre des Travaux Publics si la concession doit s'étendre sur plusieurs départements (Concession de commune ou concession d'Etat).

N° 652 R. — En courant alternatif, la 1re catégorie, c'est-à-dire les installations autorisées comme étant en *basse tension*, sont celles de tension efficace ne dépassant pas 150 volts. La réglementation allemande admettait une limite plus élevée, que l'on a dû continuer à tolérer en Alsace-Lorraine.

N° 656 R. — Vous voulez sans doute parler de *l'Onde électrique*, E. Chiron, éditeur, 40, rue de Seine.

N° 664 R. — Les résistances chauffantes pour tapis peuvent vous être fournies par les constructeurs suivants : Etablissements Clémancon, 23, rue Lamartine, Paris; MM. Clin et Cie, 29, rue Corbeau, Paris; Etablissements Calor, 200, rue Boileau, à Lyon.

N° 666 R. — Moteurs de petite puissance, constructeurs : Maison Arthuis, 135, avenue de Neuilly, Neuilly (Seine); Maison P. Champion, 54, rue Saint-Maur, Paris; Société Moteurs Lilliput, 41 *bis*, rue de Chateaudun, Paris.

Le Gérant : L. DE SOYE

PARIS. — L. DE SOYE, IMPRIMEUR, 18, RUE DES FOSSÉS-S.-JACQUES, Ve.
Téléph. 806-44

38e Année. — N° 1303 1er Juillet 1922.

L'ÉLECTRICIEN

Rédacteur en chef : L.-D. FOURCAULT

A NOS LECTEURS

Les multiples occupations de M. Soubrier ne lui permettant pas de continuer à assumer les fonctions de rédacteur en chef de l'Electricien, *nous avons confié ce poste à M. L.-D. Fourcault, l'actif secrétaire général de notre Revue. M. Soubrier continuera d'ailleurs à nous apporter son bienveillant concours comme Président de notre Comité de rédaction.*

Il est à peine besoin de dire que le programme de l'Electricien *ne s'en trouve aucunement changé, M. Fourcault ayant depuis longtemps pris la plus large part à la direction de notre Revue et aux efforts fructueux qui en ont fait la revue pratique d'électricité la plus répandue dans tous les milieux intéressés.*

Notre nouveau rédacteur en chef est un praticien qui n'ignore pas les difficultés et les besoins des industries de l'électricité. Ses nombreux articles dans les revues techniques ou de vulgarisation, ses interventions fréquentes auprès des pouvoirs publics ont toujours eu pour but le développement de l'électricité dans toutes ses applications. C'est là tout le programme de l'Electricien, *et nos efforts tendront à le réaliser de plus en plus largement. Nous comptons sur le concours de nos fidèles lecteurs et abonnés, aussi bien que sur celui des industriels et de tous les intéressés au progrès de l'électricité, pour nous aider à faire œuvre utile.*

DUNOD.

DISTRIBUTIONS D'ÉNERGIE

Etablissement des lignes aériennes.

Les grands transports d'énergie actuels nécessitent des lignes aériennes étudiées avec beaucoup de soin. Les conducteurs et les supports doivent pouvoir résister aux vents les plus violents.

L'on conçoit qu'un conducteur qui se rompt ou un support qui se renverse entraîne un arrêt de la ligne toujours préjudiciable et des réparations très onéreuses, sans compter du danger des hautes tensions actuelles qui peuvent entraîner de très graves accidents.

DÉTERMINATION DE LA PORTÉE

Il n'existe pas de règle générale permettant de déterminer la portée moyenne. Dans chaque cas l'ingénieur chargé des études devra la déterminer et chercher les conditions d'établissement de la ligne les plus avantageuses. Pour cela il faudra tenir compte de la puissance transmise, de la résistance des supports, de leur coût et des frais d'installation.

On peut néanmoins déterminer la portée critique. La portée critique est celle pour laquelle le conducteur est également influencé par les deux hypothèses suivantes :

a) Température moyenne de la région avec vent horizontal de 120 kilogs par mètre carré de

surface plane ou de 72 kilogs par mètre carré de section longitudinale des pièces à section circulaire ;

b) Température minimum de la région avec vent horizontal de 30 kilogs par mètre carré de surface plane et de 18 kilogs par mètre carré de section longitudinale des pièces à section circulaire.

La portée critique est donnée par la formule

$$x = T\sqrt{\frac{24\,\alpha\,(\theta a - \theta b)}{\pi a^2 - \pi b^2}}$$

ou T = est la tension maximum admise par millimètre carré.

α = Coefficient de dilatation du métal.

θa = Température de l'hypothèse (*a*).

θb = Température de l'hypothèse (*b*).

πa = Poids spécifique apparent hypothèse (*a*).

πb = Poids spécifique apparent hypothèse (*b*).

Pour le cuivre on a $\theta = 0{,}000017$.

Température. — D'après M. Dussaugey on peut adopter en France suivant le climat de la région considérée les valeurs consignées dans le tableau ci-dessous.

Température minimum hypothèse (b)	
Climat froid	— 25°
Climat tempéré	— 15°
Climat chaud	— 8°

Température moyenne hypothèse (a)	
Climat froid	+ 8°
Climat tempéré	+ 10°
Climat chaud	+ 15°

DÉTERMINATION DU POIDS SPÉCIFIQUE APPARENT

Soit un câble de cuivre de 8 m/m. 4 de diamètre, 55,4 millimètres carrés de section. Le poids par mètre de ce câble est de 0 k. 493 par mètre courant. La surcharge due au vent dans le cas de l'hypothèse (*a*) est de 0,0084 × 72 = 0 k. 604

Charge résultante par mètre =

$$= \sqrt{0{,}492^2 + 0{,}604^2} = 0^{k}{,}780$$

Charge unitaire pour l'hypothèse (*a*)

$$\frac{0{,}780}{55{,}4} = 0{,}014$$

Surcharge due au vent hypothèse (*b*)

0,0084 × 18 = 0 k. 151

Charge résultante par mètre

$$\sqrt{0{,}492^2 + 0{,}151^2} = 0^{k}.514.$$

Charge unitaire pour l'hypothèse (*b*)

$$\frac{0{,}514}{55{,}4} = 0{,}009$$

APPLICATION.

Si l'on admet pour T une tension de 8 kilogs par millimètre carré

$$\theta a = +15^\circ$$
$$\theta b = -15^\circ$$
$$\pi a = 0{,}014$$
$$\pi b = 0{,}009.$$

En appliquant la formule aux données ci-dessus on a pour la portée critique :

$$8\sqrt{\frac{24 \times 0{,}000017 \times (+15^\circ - -15^\circ)}{0{,}014^2 - 0{,}009^2}} = 82^{m}{,}40$$

Pour toutes les portées supérieures à 82 m. 40, l'hypothèse (*a*) est la plus défavorable. Pour toutes les portées inférieures c'est l'hypothèse (*b*).

DÉTERMINATION DE LA HAUTEUR DES SUPPORTS

L'arrêté ministériel du 21 mars 1910 impose une distance minima entre le sol et le point le plus bas des conducteurs.

Pour les lignes à haute tension cette distance est de 6 mètres pour les conducteurs longeant la voie publique, de 8 mètres pour les traversées de voies publiques, 7 mètres pour les traversées de voies ferrées, 8 mètres pour les canaux ou les rivières navigables.

La hauteur du support est déterminée par la formule suivante :

$$H = h + f + (c - 1)\,d - h'$$

h = hauteur minima imposée par l'Administration.

f = flèche maximum (température la plus élevée de la région).

d = distance entre les conducteurs.

h' = hauteur du talus.

c = nombre de conducteurs dans un même plan vertical.

On doit majorer le résultat ainsi obtenu, de la partie du support qui est dans le sol. Elle varie d'ailleurs selon la nature du terrain .Elle est prise généralement entre 1/6 et 1/9.

CALCUL DE LA FLÈCHE

On détermine la flèche maximum prise par un conducteur tendu entre deux supports à l'aide de la formule suivante

$$f = \frac{l^2\,p}{8\,T}$$

ou (fig. 1) :

l = distance entre les deux supports (en mètres).

p = charge résultante du poids du fil et de l'action du vent par mètre courant (en kilogramme).

T = tension du fil en kilogrammes.

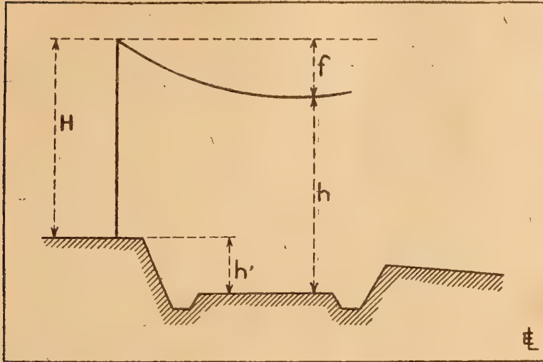


Fig. 1.

TRACÉ DE LA LIGNE

On commence d'abord par étudier sur une carte au 1/80.000e ou au 1/50.000e le tracé susceptible d'être adopté.

On cherchera d'abord le chemin le plus direct de la centrale aux divers centres à desservir. On sera conduit alors à emprunter les terrains privés. On cherchera à faire des alignements droits les plus longs possibles. On pourra faire des angles très faibles lorsqu'il s'agira d'éviter un bois par exemple ou les frais d'élagage et d'abatage sont trop considérables. De plus le voisinage d'arbres entraîne toujours des déboires par suite d'arrêts de la ligne occasionnés par la chute des branches sur les conducteurs lors des grands vents. L'on évitera également de passer au-dessus des villages. On pourra se procurer au service géographique de l'armée les plans directeurs au 1/10.000e sur lesquels on reportera soigneusement le tracé. On repèrera surtout bien les angles, ceux-ci devront être aperçus de très loin; pour cela on placera en cet endroit un signal (balise) qui est généralement constitué par trois grandes perches de sapin de 10 à 12 mètres (voir fig. 2). Deux seront assemblées en les inclinant un peu pour leur donner du pied; la troisième sera fixée au sommet des deux autres et portera elle-même à son sommet un voyant qui la fasse bien distinguer (drapeau, botte de paille, ou planche peinte en rouge).

Quelquefois l'alignement peut avoir une dizaine de kilomètres et de certains points ne pas pouvoir apercevoir l'une ou l'autre balise disposée en chaque bout de l'alignement. On déterminera alors sur l'alignement les points culminants ou on placera des signaux identiques; de telle sorte que de n'importe quel point de la ligne on puisse avoir des repères lors du piquetage définitif.

Une fois tous les repères en place on peut procéder au piquetage définitif. C'est une opération très importante sur laquelle on ne saurait trop insister. Elle consiste à marquer sur le terrain, à l'aide de piquets, la place de chaque support.

Comme personnel, cette opération ne nécessite qu'un ingénieur et un géomètre et deux ou trois aides.

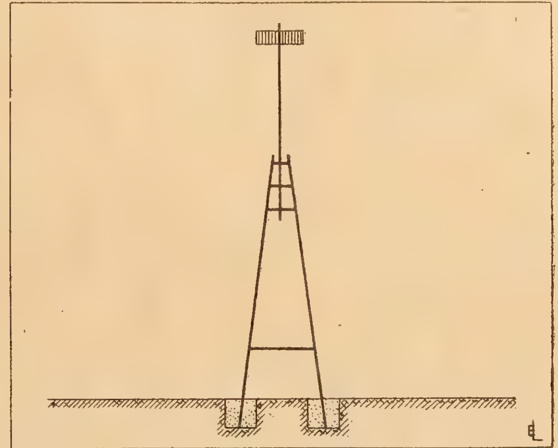


Fig. 2.

Comme matériel, cette équipe doit disposer, lorsque les portées dépassent 100 mètres, d'un décamètre, d'un cercle d'alignement avec lunette anallatique qui permettra de lire les distances avec une suffisante approximation à l'aide d'une mire parlante, type Moinot, d'un nombre suffisant de piquets de 0 m. 35 × 0,04 × 0,04 qui serviront à marquer l'emplacement de chaque pylone.

Le mieux, évidemment, serait de disposer d'un tachéomètre, cela permettrait de faire en même temps que le piquetage, le profil en long de la ligne. Ce dernier est très important dans les longues portées.

Jean Boyer.

Supplément de l'Electricien.

Nous rappelons à nos lecteurs que nous avons rassemblé, en un Supplément de l'Electricien, *les lois, décrets et cahiers des charges de la* nouvelle réglementation de l'énergie hydraulique. *Le prix de ce Supplément est de 2 francs. Nous en offrons un exemplaire* gracieusement *à nos* abonnés *qui nous en feront la demande accompagnée de 0 fr. 50 en timbres-poste pour frais d'envoi.*

SIGNALISATION ET TÉLÉPHONIE

Le " Despatching System " et ses organes de liaison.

Le développement des grandes industries a augmenté la tâche de l'administration et de la direction des divers services, afin de coordonner leurs actions diverses en vue du but commun de l'entreprise. La nécessité d'une organisation rationnelle est conduite dans les entreprises assurant des services publics, tels les transports. Les Compagnies de chemins de fer françaises sont entrées résolument dans la voie du progrès en mettant à l'essai le système du Dispatcher, *ou contrôleur permanent de l'exploitation. Un tel contrôle, dont tous les organes sont évidemment électriques, sera d'une application encore plus indiquée avec la traction électrique, et s'imposera même pour l'exploitation des grands réseaux de distribution d'énergie électrique.*

L'orientation nouvelle de l'organisation industrielle devait amener les ingénieurs des chemins de fer à créer de toutes pièces des procédés simples et pratiques, destinés à régulariser la marche des trains, à éviter les retards et les accidents, en résumé, à améliorer le rendement général de l'exploitation.

Le perfectionnement le plus sensible fut sans contredit l'application du dispatching system. Les Etats-Unis furent les premiers à l'utiliser et maintenant de nombreux essais, tant en France qu'à l'étranger, en font prévoir le développement.

L'application du dispatching system commença en Amérique vers 1907, sous la forme suivante : un chef de mouvement appelé « dispatcher » commande un réseau de voies ferrées dont la longueur varie entre 200 et 400 kilomètres. Ce réseau est lui-même divisé en tronçons de 8 à 10 kilomètres, placés sous la direction d'un agent spécial qui reçoit les ordres du dispatcher. Ces postes secondaires sont établis aux gares, postes de block, etc.

Un « dispatcher » s'occupe de tout ce qui concerne la marche des trains en général et l'exécution ou la modification des graphiques de marche. Les ordres de priorité, retards, accidents, dépassements, etc. qui peuvent se produire à tout instant, exigent de ce chef une exacte connaissance du réseau qu'il commande et des qualités exceptionnelles de jugement et de sang-froid. C'est en outre un agent de liaison entre les grandes gares des réseaux.

Les agents placés en tête de chaque section sont destinés à exécuter les ordres donnés ou à renseigner le dispatcher.

Pour communiquer les ordres, pour différer les manœuvres et recevoir les renseignements concernant la marche des trains, les retards ou les accidents, le dispatcher doit disposer d'organes de liaison extraordinairement souples. Il doit pouvoir, à tout moment, être relié avec un quelconque des chefs de section, et, dans d'autres cas, avec tous les chefs de section. Il doit pouvoir recevoir un renseignement provenant d'une section quelconque et enfin, en cas d'accident, le chef de train doit pouvoir communiquer avec le chef de section ou le dispatcher. Tout le service reposant en quelque sorte sur la bonne marche de ces organes, il fallut créer des dispositifs nouveaux.

Au début, on utilisa en Amérique trois lignes télégraphiques réservées, l'une au service du dispatcher, la seconde à l'intercommunication entre stations, et la troisième de secours et de ligne omnibus. Un tableau placé en outre à chaque tête de section permettait d'utiliser l'une quelconque des lignes en cas d'accident. Cette méthode nécessitait évidemment des manœuvres laborieuses; il fallait en effet transmettre télégraphiquement l'indicatif du poste, attendre sa réponse, envoyer le télégramme, le traduire en langage clair et enfin y répondre s'il y avait lieu. D'autre part, ces appareils ne facilitaient pas l'intercommunication entre trains en détresse et sections ou dispatcher.

Actuellement, certaines compagnies américaines construisent des appareils téléphoniques parfaitement adaptés aux désiderata du « dispatching system ». Aux Etats-Unis, de nombreux réseaux les emploient. En France, le réseau de Paris à Chartres comporte dix-sept postes avec dispatcher à la gare Montparnasse. Prochainement, Paris Mantes fonctionnera en « dispatching system ».

Quelles sont maintenant les conditions que doivent remplir les appareils d'intercommunication ?

1° Utiliser une ligne à deux fils;

2° Relier tous les postes secondaires au poste central du dispatcher, et permettre l'appel de l'un quelconque de ces postes;

3° Permettre l'appel de tous les postes à la fois;

4° Permettre l'appel du dispatcher par l'un quelconque des postes secondaires;

5° Sûreté de fonctionnement;

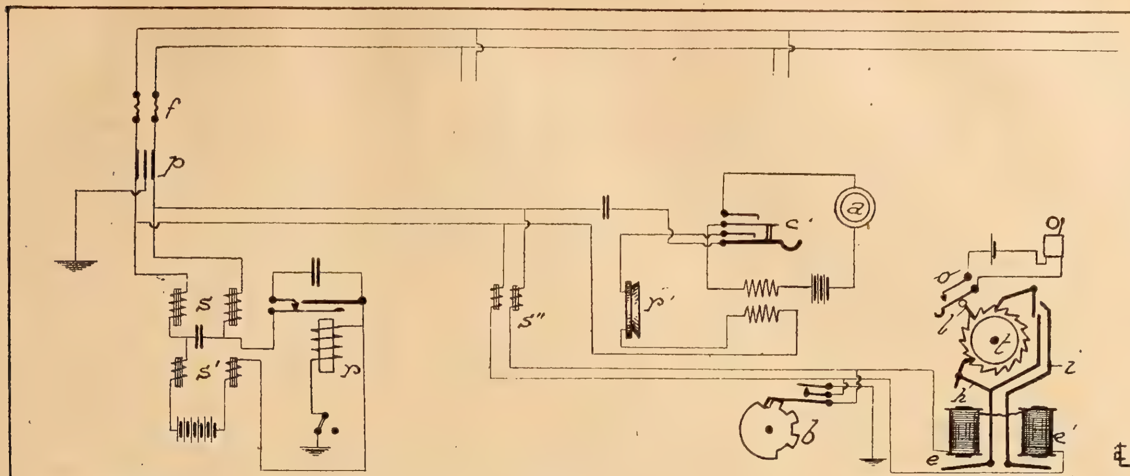


Fig. 1.

6° Possibilité de monter d'autres postes en parallèle sur la ligne.

La Western Electric Company a imaginé des appareils à *sélecteurs*, fonctionnant d'une façon parfaite et répondant à ces différentes conditions.

Le principe du fonctionnement d'un appareil de ce genre est extrêmement simple à comprendre. Le poste représenté (fig. 1) fait partie d'un système de 48 postes identiques montés en dérivation sur la ligne commune. La partie de gauche représente les piles et le relais d'appel *r* montés au centre de la ligne. La partie de droite représente un poste proprement dit. Il comprend un transmetteur d'impulsions *b*, un sélecteur *t* et un appareil téléphonique complet.

A chaque impulsion envoyée sur la ligne par l'un des transmetteurs, le relais d'appel *r* agit et envoie un courant sur la ligne qui actionne tous les sélecteurs *t*.

Chaque sélecteur comporte deux électro-aimants *e* et *e'* actionnant la roue dentée *t* par l'intermédiaire de cliquets. La première impulsion envoyée étant une impulsion longue, les deux électro-aimants *e* et *e'* sont actionnés. Les impulsions suivantes étant courtes, l'électro-aimant d'avancement *e* est seul exécuté et fait avancer la roue dentée *t* pas à pas. Pendant ce temps, l'électro-aimant *e'* maintient le cliquet d'arrêt.

Si l'on suppose que 6 impulsions sont envoyées par le poste transmetteur, toutes les roues dentées avanceront jusqu'à la position 6, mais à un seul poste, le levier *l* mettra en communication les ressorts *l* et *o*, fermant ainsi le circuit local de sonnerie. Dans tous les autres postes, le levier *l* sera dans une position différente.

Après l'appel, toutes les roues dentées reviennent à leur position initiale; la manœuvre demande au maximum 8 secondes.

On remarquera que les postes, ainsi que la batterie d'appel sont complétés par des selfs, résistances et capacités destinées, soit à permettre la mise en parallèle des nombreux sélecteurs, soit à adoucir ou retarder l'action des impulsions, pour éviter les courants brusques sur la ligne.

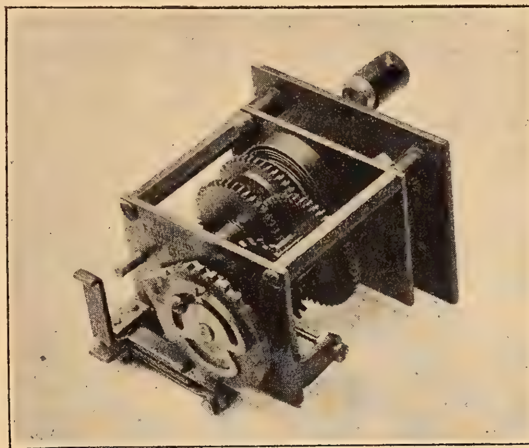


Fig. 2. — Clef d'appel *Western Electric* enlevée de sa boîte pour montrer le sélecteur et le mécanisme d'horlogerie.

Tous les organes sont groupés dans une même boîte et protégés par des parafoudres *p* et des fusibles *f*. Le nouveau système établi par la Western Electric Company a été perfectionné dans le but d'augmenter le nombre de postes.

En principe, le système actuel se compose :

Au poste du dispatcher :

1° D'une boîte à clefs comportant autant de cases qu'il y a de postes secondaires;

2° D'une armoire comprenant tout l'appareillage du poste central (relais, selfs, résistances et capacités);

***

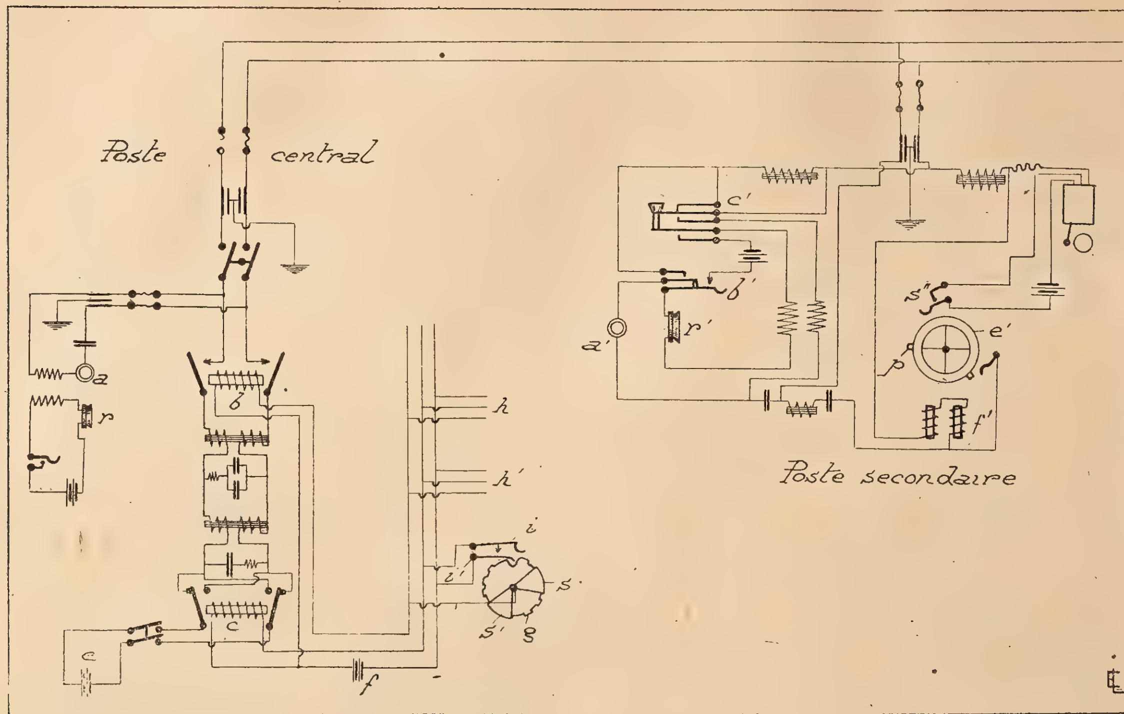


Fig. 3.

3° Des piles d'appel;

4° D'un poste téléphonique complet.

Aux postes secondaires :

D'un poste téléphonique complet avec sélecteur spécial.

Suivant l'importance des réseaux, les systèmes peuvent être établis pour des combinaisons d'appel allant jusqu'à 253.

La boîte à clefs comporte autant de cases, c'est-à-dire autant de clefs d'appel *h*, *h'*, etc., qu'il y a de postes à appeler (fig. 3).

Chacune de ces clefs comporte un mouvement d'horlogerie qui peut être remonté par une manette, d'un quart de tour. Le mouvement met en marche une roue à impulsion spéciale *g*, qui effectuera toujours un tour complet et enverra des impulsions dans la ligne par l'intermédiaire des contacts *i* et *i'*. Toutefois, le rythme des impulsions est légèrement modifié par la présence de deux secteurs pleins *s* et *s'*, qui couvrent les dents de la roue à impulsion *g*.

On conçoit facilement qu'à l'aide de ce dispositif, il soit possible d'envoyer 17 impulsions (cas d'un réseau à 17 postes) par groupes de *x* impulsions, séparés par des arrêts. Par exemple :

7 impulsions, — arrêt, — 5 impulsions, — arrêt, 5 impulsions.



Fig. 4. — Poste téléphonique du « Despatching » en service sur le réseau de l'Etat.

10 impulsions, — arrêt, — 4 impulsions, — arrêt, — 3 impulsions.

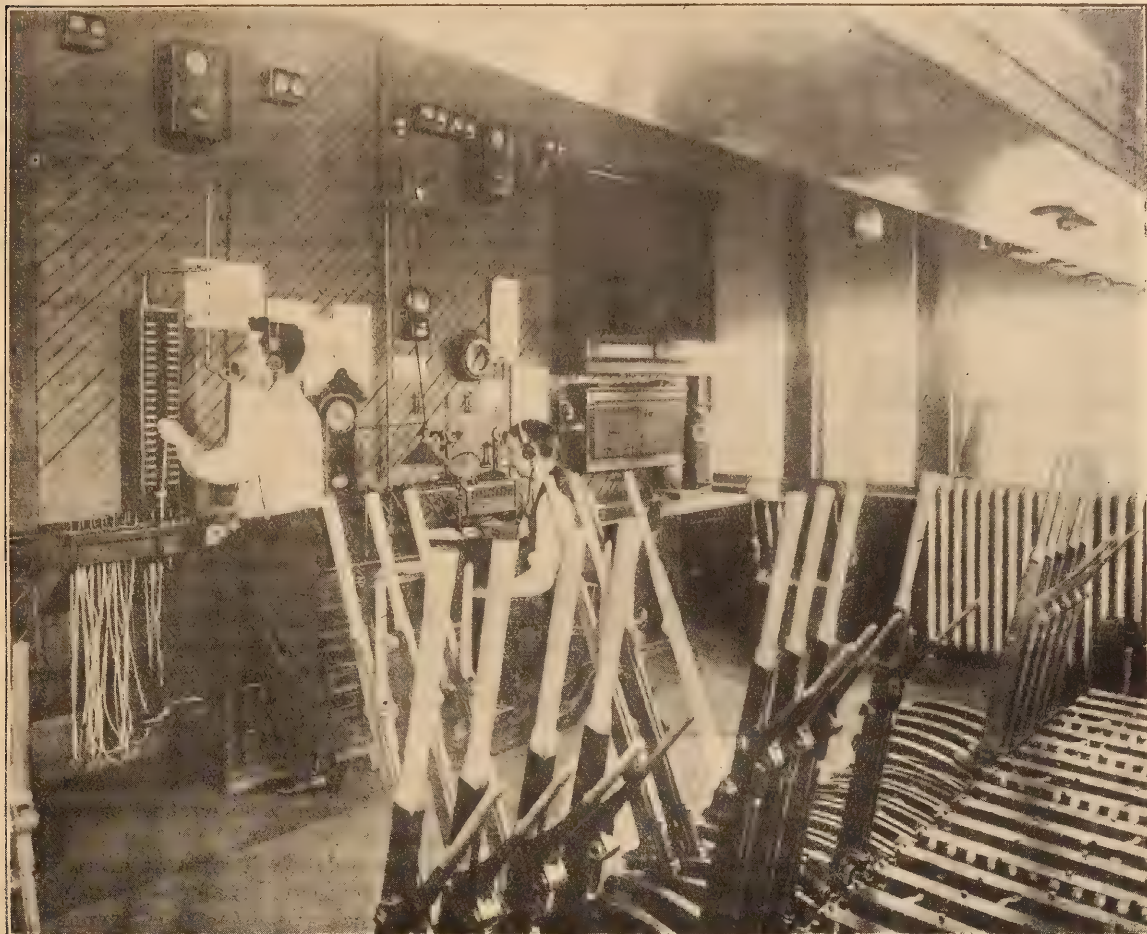


Fig. 5. — Poste principal de « Dispatcher » aux États-Unis.

On pourra dans ces conditions, envoyer 78 groupements avec 17 impulsions (cas de la ligne Paris-Mantes).

Il suffira ensuite de combiner des sélecteurs qui répondront aux groupements envoyés.

L'armoire d'appareillage contient les relais, selfs, condensateurs destinés à adoucir les impulsions ou à supprimer les étincelles de rupture. Ces organes sont absolument nécessaires, puisque le récepteur du dispatcher *a* est toujours en circuit.

Le poste téléphonique du dispatcher comporte un récepteur serre-tête *a*, un microphone à plastron *r* et une pédale ou un crochet pour fermer le circuit microphonique.

Les postes secondaires comportent tous les organes microphone *r'* récepteur *a'*, selfs, condensateurs et sonnerie, montés comme l'indique la figure 2, mais l'appareil le plus important est le sélecteur. La roue dentée *e'* de ce dernier est commandée (comme précédemment) par un système de leviers d'avancement et de cliquets d'arrêt. Ceux-ci sont actionnés par un électro-aimant polarisé *f'* à deux positions. Après chaque manœuvre, la roue dentée est rappelée par un ressort antagoniste.

Dès que des impulsions sont envoyées, les leviers d'avancement et d'arrêt sont engagés et la roue avance pas à pas.

Supposons maintenant que la première série d'impulsions soit 8. Toutes les roues dentées vont avancer de 8 dents et entraînent avec elles des roues-codes portant des chevilles d'arrêt. A ce moment, dans tous les postes où la combinaison d'appel commence par 8, les chevilles d'arrêt sont engagées par les cliquets d'arrêt; elles resteront donc en position, tandis que dans tous les autres postes les roues reviennent au repos pendant l'arrêt.

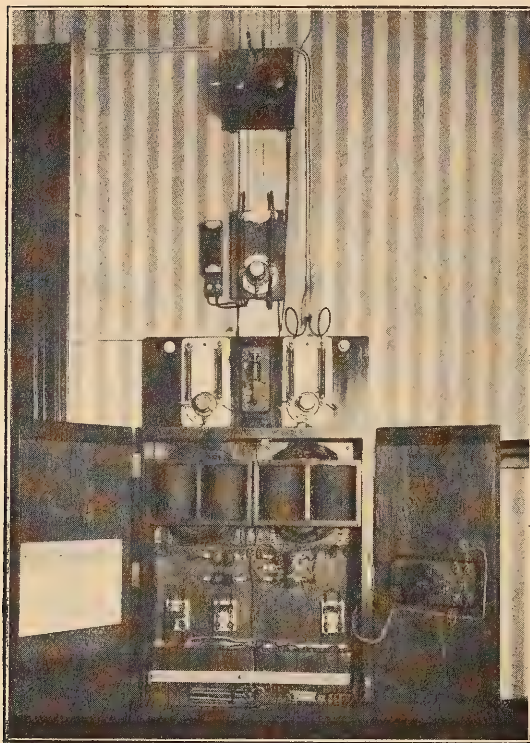


Fig. 6. — Appareillage d'appel du poste principal de la gare Montparnasse. (L'armoire est ouverte pour montrer le mécanisme intérieur.)

Lors de l'envoi de la deuxième série d'impulsions, 4 par exemple, les premiers postes continueront à avancer jusqu'à l'arrêt suivant. A ce moment, les postes dont la combinaison ne commence pas par 8 et 4, reviendront au zéro pendant le deuxième arrêt.

Enfin, un seul poste atteindra la position maximum (17) pour la combinaison 8-4-5 par exemple. A ce poste une cheville engagera les deux contacts *s'* et le circuit local de la sonnerie sera fermé. Ce même circuit enverra, par l'intermédiaire de selfs et de condensateurs, un courant dans la ligne, qui se traduira par un ronflement dans le récepteur *a* du dispatcher, en indiquant ainsi que l'appel a eu lieu.

L'appel est produit par l'intermédiaire de deux relais *b* et *c*.

Le relais *b* connecte le dispositif d'appel sur la ligne ; il est mis en action par un des ressorts *i'* de la clef d'appel (entre *i'* et la masse de *g*). C'est un relais à action lente qui envoie un courant d'un sens donné dans la ligne, mettant ainsi en action tous les cliquets d'arrêt des sélecteurs.

Quand la roue à impulsion avance, les ressorts *i* et *i'* se touchent rapidement et à chaque contact, le circuit est fermé sur le relais inverseur *c*. Celui-ci inverse rapidement le courant sur la ligne.

Les impulsions rapides font avancer pas à pas les roues à impulsion des sélecteurs.

Ces impulsions rapides n'ont aucune action sur le relais *b* qui est à désaimantation lente.

Quand les ressorts *i* et *i'* rencontrent les secteurs pleins *s* et *s'*, le relais *b* revient au 0 dégageant ainsi les cliquets d'arrêt des sélecteurs et permettant le retour au zéro des roues-codes dont les chevilles ne sont pas engagées.

Aux postes secondaires, il suffit de décrocher le récepteur ou de manœuvrer une clef spéciale pour appeler le dispatcher. P. MAURER.

L'électrochimie

et l'utilisation de l'énergie électrique disponible.

Un problème se pose souvent pour l'industriel producteur d'énergie électrique, c'est celui de l'utilisation, aux heures de moindre consommation, de l'énergie hydraulique dont dispose l'usine génératrice de courant.

Selon la région, selon la nature et l'importance des industries locales, l'extension du réseau, c'est tantôt la consommation de lumière qui l'emporte sur celle d'énergie motrice, tantôt au contraire, c'est la force motrice qui constitue la principale utilisation de l'énergie produite aux turbines.

Dans un cas comme dans l'autre, mais en ordre inverse, on voit durant de longues heures les consommations diurne ou nocturne se réduire considérablement.

On conçoit que l'industriel, contraint d'utiliser si mal l'énergie précieuse dont il dispose, ait cherché une solution à ce difficile problème. Il ne semble pas qu'il y soit bien souvent parvenu.

Nous croyons pourtant, après une longue pratique de l'électrochimie, que dans bien des cas, surtout pour les puissances moyennes, certaines opérations électrochimiques sont de nature à permettre une meilleure utilisation de l'énergie disponible et par conséquent à assurer un supplément de bénéfices à l'usine, sans en augmenter notablement les frais généraux, ni le capital engagé.

Bien entendu il n'est pas de solution générale applicable indifféremment à tous les cas. La solution appropriée, est éminemment variable selon les

localités, l'industrie prédominante, les petites industries locales, la proximité ou l'éloignement d'une ville, d'une gare, d'un port, d'une mine, etc., enfin et surtout selon la quantité et la nature du courant disponible et son prix de revient, selon aussi les capitaux que l'on veut consacrer à cette nouvelle industrie. Donc autant de solutions différentes à trouver que de cas différents, mais dans bien des cas une solution possible et rémunératrice.

Il en résulte donc qu'il n'est pas sans utilité pour l'électricien de connaître au moins sommairement les grandes lignes de cette science spéciale, ses principales applications et la voie dans laquelle il pourrait chercher la solution au problème qui l'intéresse ou peut l'intéresser un jour. C'est ce que nous essaierons de faire. Bien entendu nous éviterons autant que possible les données trop exclusivement théoriques, qui ne sont pas nécessaires à l'intelligence des opérations ou qui rentrent dans les connaissances habituelles de l'électricien. Quant à la partie chimique, nous supposerons que ceux qui nous lisent n'ont de la chimie qu'une connaissance rudimentaire : les chimistes voudront bien excuser les explications un peu élémentaires que, pour la clarté de l'exposition, nous devrons fournir à leurs collègues moins informés.

On distingue deux sortes de procédés électrochimiques : ceux dits *électrothermiques*, où l'action calorifique du courant intervient seule et les procédés dits *électrolytiques* où l'énergie électrique se transforme directement en énergie chimique, au niveau des électrodes. Ce sont ces derniers surtout qui nous intéressent, parce que, plus que les premiers, ils nous paraissent de nature à apporter la solution du problème posé : utilisation de l'énergie électrique disponible, mais nous ne saurions passer les premiers sous silence.

I. — PROCÉDÉS ÉLECTROTHERMIQUES

Ceux-ci utilisent en général les courants alternatifs. La polarité des électrodes n'intervient pas. La loi de Joule seule ici règle les phénomènes. Elle nous apprend que le kilowatt-heure dégage 864 grandes calories, c'est-à-dire une quantité de chaleur suffisante pour élever de 1 degré, 864 kilos d'eau. C'est cette puissance calorifique qu'on utilise dans le four électrique. La grande supériorité de cette source de chaleur réside dans sa localisation facile en un espace aussi réduit qu'on le désire. Cette concentration de la chaleur produite explique les températures énormes que l'on obtient au four électrique et qu'aucun autre mode de chauffage ne saurait assurer.

Rappelons ses multiples utilisations : production des ferro-alliages : ferrochrome, ferromanganèse, ferrosilicium, etc., du graphite artificiel, du carborundum et autres abrasifs, métallurgie du fer, de l'acier, et surtout fabrication du carbure de calcium dont on connaît les principales applications : cyanamide par fixation d'azote atmosphérique et surtout acétylène dont il est, à côté de l'emploi dans l'éclairage et la soudure autogène d'autres applications, encore à l'étude, telles que production d'aldéhyde acétique, d'acide acétique, d'acétone et d'alcool : alcool électrochimique qui sera peut-être un jour la base de notre carburant national.

Signalons encore l'application du four à la fabrication de plus en plus appréciée dans l'industrie chimique, des *verres de quartz*, opalin ou transparent, par fusion du sable blanc siliceux ou du quartz pur, — de l'*alundum*, produit réfractaire, provenant de la fusion de la bauxite et qui sert à la fabrication de creusets, capsules, tubes, etc., pouvant résister à des températures voisines de 2.000 degrés, — du phosphore, à partir des phosphates de chaux naturels, etc.

Nous terminerons enfin cette longue énumération en rappelant la fabrication électrothermique des dérivés oxygénés de l'azote, qui, par l'action de l'arc sur l'azote de l'air, fournit à l'industrie un produit précieux, l'acide nitrique et à l'agriculture des engrais azotés qui remplaceront un jour les nitrates naturels épuisés.

Nous examinerons rapidement ces diverses fabrications.

(à suivre).

CURTEL-HULIN.
Docteur ès sciences,
Chimiste-expert, conseil.

Le métal « électron ».

L'« électron » est un nouvel alliage au magnésium qui depuis quelques années a été mis dans le commerce par la société de produits chimiques Griesheim-Elektron, près de Francfort. Il comprend environ 95 % d'aluminium et une certaine proportion d'autres métaux tels que le zinc et l'aluminium. D'aspect extérieur ressemblant à celui de l'aluminium, il est employé dans les appareils légers et délicats à travailler tels que les instruments d'optique, les tubes de longue-vue, les montures de lorgnons. On l'emploie aussi pour la construction des machines à écrire et à calculer, des carters d'automobile, des porte-balais et enveloppes des petits moteurs électriques, des plaques de support des compteurs...

Il se compare favorablement aux alliages d'aluminium au point de vue de la résistance ; cependant il résiste un peu moins bien à la compression.

Plusieurs échantillons, en forme de cylindres de 7,6 millimètres de diamètre, A, B et C, d'origine

allemande ont été examinés dernièrement et ont donné lieu aux constatations suivantes :

Analyses chimiques.

	A	B	C
Cuivre %..............	0,20	0,42	0,62
Zinc %................	4,62	4,24	4,37
Etain, manganèse........	0,00	0,00	0,00
Plomb, fer, aluminium....	traces	traces	traces
Magnésium	95,18	95,34	95,01

Poids spécifiques.

A	B	C
1,78	1,79	1,79

Essais à la Bille de Brinell (bille de 1 millimètre charge de 10 kilogs).

	A	B	C
Sur la surface extérieure............	51	51	63
Sur une section transversale........	50	48	59

Essais à la traction.

Diamètre des éprouvettes. 4,57 mill.
Allongement mesuré sur... 16,2 mill. ($4\sqrt{\text{section}}$)

	A	B	C
Limite élastique (kgs par mm²).	18,9	12	18,9
Charges maximum (kgs par mm²	25,4	28,3	29
Allongement %..............	19,0	19,0	13,0

Essais à la compression sur des cylindres de 8 millimètres de diamètre et de 8 millimètres de longueur.

Limite élastique

	A	B	C
Compression de 0,50% avec la charge (kgs mm²)..........	4,7	9,4	13,2
Réduction de longueur permanente pour :			
15,7 kgs mm² en %.........	3,9	2,0	1,0
31,5 kgs mm² en %.........	10,1	9,1	7,0
Charge à l'écrasement en kgs mm² : (Rupture survenue par cisaillement)	36,2	35	37,6

Influence de la température sur les propriétés mécaniques de l'électron.

Des variations de température comprises entre 0° et 20° n'ont aucune influence sur les propriétés mécaniques de l'électron. Des essais relatifs à l'influence des températures plus élevées sont en cours.

Son point de fusion varie de 630° à 650°, c'est-à-dire est voisin de celui de l'aluminium. On le fond dans des creusets en fer forgé ou en acier coulé.

On peut le mettre sous une forme quelconque en le fondant, en le comprimant à chaud, en le laminant ou en l'étirant.

Il peut aussi se forger, mais seulement entre 220° et 350°.

Il est très facile à travailler avec les machines-outils ordinaires.

Il n'est pas attaqué par les liquides alcalins, mais il est sensible à l'action des acides même organiques.

Exposé à l'air, il se recouvre d'une mince pellicule grise qui le préserve d'une oxydation plus profonde.

Sa conductibilité électrique est de 12 à 22 mhos par mètre de longueur et millimètre carré de section.

M. G.



Localisation des pertes sur un induit.

Lorsqu'une perte se produit sur l'une des bobines d'un induit, il est très utile de pouvoir déterminer sa position sans avoir à dessouder les connexions du collecteur. Ceci est surtout vrai avec les très petits induits, tels que ceux des moteurs de ventilateurs où l'espace restreint rend les manipulations difficiles.

The Electrician donne une méthode simple pour localiser de tels défauts. Supposons qu'une perte se produise en un point inconnu des enroulements, en A par exemple sur la figure 1. Relions une pile

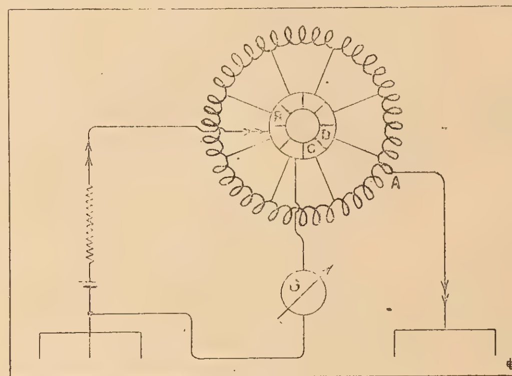


Fig. 1.

et une résistance convenable en série, d'une part, au bâti et d'autre part à une barre quelconque du collecteur, en B par exemple. Connectons une borne d'un voltmètre à faibles graduations ou un galvanomètre au bâti, et l'autre borne successivement aux diverses barres du collecteur qui suivent la barre B.

Les lectures de chaque barre décroîtront rapidement lorsqu'on approche du défaut, jusqu'à ce que touchant en C ou D la lecture devienne minimum et augmente ensuite quand on a dépassé le défaut. La bobine défectueuse est évidemment celle reliant C et D. Par comparaison des lectures, quand on établit la connexion avec ces deux points, la position du défaut dans la bobine peut être déduite.

M. G.

Vérification périodique des isolateurs des lignes à haute tension.

L'Elletrotecnica donne un procédé assez simple permettant de vérifier périodiquement les isolateurs des lignes à haute tension pendant l'exploitation normale.

L'appareil employé comporte un tube isolant en presspan T prolongé à une extrémité par un autre tube isolant T' que l'opérateur peut porter à son oreille. L'autre extrémité du tube isolant T porte une boîte métallique B dont le couvercle en ébonite porte en son centre une tige métallique C recourbée à l'extérieur. On met cette extrémité recourbée en contact avec la partie cimentée qui unit deux des cloches de l'isolateur. A l'intérieur de la boîte la tige C porte une petite boule située en face d'une pointe métallique fixée sur la boîte.

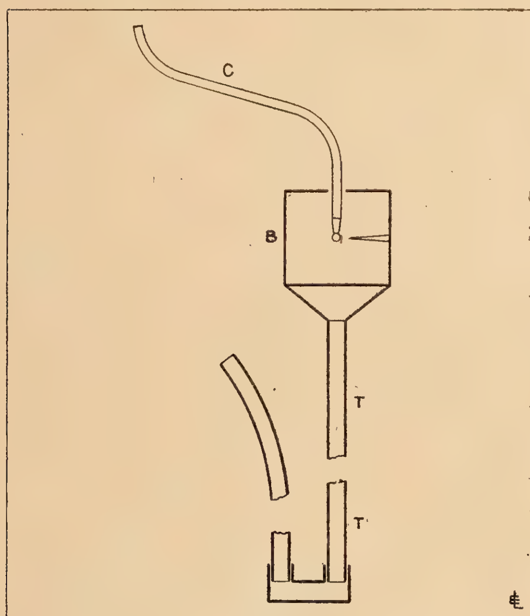


Fig. 2.

La façon d'opérer est la suivante. L'opérateur porte à l'oreille l'extrémité du tube T' et touche successivement avec l'extrémité extérieure de la tige C les couches superposées des parties cimentées qui relient les cloches entre elles. La tige C étant portée à un haut potentiel alternatif, il se crée une différence de tension entre la boule et la pointe. Une étincelle jaillit dont le bruit est amplifié par la boîte métallique faisant résonateur. L'intensité de ce bruit est proportionnelle au potentiel de la tige C.

Pour que l'isolateur soit en bon état, il faut que le bruit perçu augmente d'intensité d'une façon continue. Cette intensité deveint maximum quand on touche le fil de ligne. Si l'intensité du bruit reste constante c'est que l'isolateur est défectueux.

M. G.

Électrification de la Hollande.

La Hollande rencontre de grosses difficultés au point de vue industriel par suite du prix élevé du charbon et de la difficulté de se le procurer. Aussi le gouvernement hollandais a-t-il été amené à étudier l'électrification de la plus grande partie du pays.

Le tableau suivant indique l'augmentation rapide de puissance électrique consommée en Hollande depuis 1913 d'après *Engineer* :

	Charge maxima sur les centrales électriques en kilowatts.	Dépense totale par année en kilowatts.
1913	45 600	114 000 000
1914	53 600	134 000 000
1915	69 600	173 000 000
1916	88 400	221 000 000
1917	90 000	216 000 000
1918	100 000	240 000 000

Le prix de revient de l'électrification projetée serait de 125 millions de florins; une grande part des appareils électriques serait achetée à l'étranger.

La Commission d'Etudes a exprimé l'avis que la charge totale des centrales électriques devrait être de 3.000.000 à 4.000.000 de kilowatts donnant une capacité totale de 1.000.000.000 de kilowatts-heures par an. Cela représenterait pour une population supposée de 10.000.000 d'habitants, d'ici 30 ans, une dépense de 100 kilowatts-heure par tête et par an au lieu de 35 à 40 comme elle l'est actuellement. Il peut être intéressant de rappeler qu'aux Etats-Unis, cette consommation est de 176 kilowatts-heure par tête et par an, en Suisse de 140, en Angleterre de 60, en Allemagne de 50. Cette estimation ne tient pas compte de l'électrification des chemins de fer, ni du remplacement de la traction à vapeur par la traction électrique pour lesquels on estime nécessaire une puissance de 250.000 kilowatts.

La construction des lignes de transmission pour tout le pays prendra de 5 à 10 ans. Le réseau à haute tension triphasé, 50 périodes, a été adopté, le voltage minimum étant de 50.000. Les centrales devront avoir entre 30.000 et 75.000 kilowatts et en aucun cas leur puissance ne devra être inférieure à 15.000 kilowatts.

Congrès de l'aménagement hydraulique du Sud-Ouest.

Ce Congrès, dont nous avons annoncé l'organisation, a réuni à Bordeaux, du 17 au 31 juin un grand nombre de personnalités intéressées au développement de la houille blanche. M. Cels, ancien ministre, présidait les séances, assisté de MM. De la Brosse, Brylinski, Gall, Arbelot, directeur des Forces hydrauliques. De nombreux ingénieurs en chef des Ponts et Chaussées, des parlementaires, des délégués des conseils généraux et des chambres de commerce prirent part aux discussions. Le ministre des travaux publics présidait la séance de clôture, et une excursion aux installations hydro-électriques des Pyrénées termina cette réunion très bien organisée par la Ligue Fluviale et la Chambre de Commerce de Bordeaux.

Les problèmes soulevés à ce congrès concernent les modalités d'aménagement de nos ressources hydrauliques, qui demandent un programme d'ensemble afin d'assurer les meilleures conditions d'établissement, et surtout l'ouverture progressive des débouchés nécessaires à de telles entreprises. Nous reviendrons d'ailleurs sur ce sujet très important.

Les vœux suivants, rapportés par la commission spéciale de la section II, ont été adoptés à l'unanimité :

I. — **La distribution de l'énergie électrique.**

Le Congrès, sur la question de la distribution de l'énergie électrique, est d'avis :

1° Que le problème de l'électrification des départements n'est pas un problème de production ou de transport, mais un problème de répartition ; 2° que pour réaliser de la manière la plus économique cette répartition, il convient de rechercher tout d'abord par la collaboration avec les sociétés de distribution existantes une utilisation aussi intensive que possible des réseaux établis ; 3° que dans le cas où il sera indispensable d'envisager la construction de lignes nouvelles, l'effort du département ou, le cas échéant, des collectivités régionales, doit se porter surtout sur la réalisation du réseau intermédiaire entre les lignes d'alimentation ou de grand transport (à 90.000, 60.000 ou 45.000) et les distributions locales à basse tension, la réalisation de ces dernières étant du ressort des intéressés.

S'inspirant de ces directives, le Congrès émet le vœu :

A) *En ce qui concerne le réseau départemental intermédiaire, que ce réseau soit construit par le département ou avec sa participation, en vertu de concessions dites de transports accordées par l'Etat, sauf faculté de rétrocession* ;

B) *En ce qui concerne le réseau de distribution proprement dit, que celui-ci soit, en principe, construit par les intéressés (communes, syndicats de communes, associations syndicales, sociétés d'intérêt collectif agricoles, etc.) ou avec leur participation, avec subvention de l'Etat et des départements, s'il y a lieu.*

II. — **Le transport de l'énergie électrique.**

Le Congrès émet le vœu :

1° *Que l'établissement d'un réseau national à très haute tension, qui est un des moyens les plus efficaces de parer à la mauvaise répartition de l'énergie électrique, soit entrepris sans retard, suivant une méthode et un programme nettement définis, avec la participation financière et sous le contrôle de l'Etat* ;

2° *Que la loi actuellement pendante devant le Sénat modifiant la loi du* 15 *juin* 1906, *dans le but de permettre la création des organismes collectifs de transport et de donner à ces organismes l'aide financière de l'Etat, soit discutée et votée le plus rapidement possible* ;

3° *Que l'Etat favorise également, par tous les moyens en son pouvoir, la création du réseau à haute tension, soit en utilisant les réseaux établis ou à établir par les compagnies en vue de l'électrification des voies ferrées d'intérêt général, soit en recourant à une collaboration des compagnies, des sociétés productrices et distributrices de courant et des collectivités représentant les consommateurs, soit en concédant à des sociétés privées des lignes de transport* ;

4° *Que dans tous les cas, les lignes de transport servant à des fins d'intérêt général ne soient établies que sous le régime des concessions* ;

5° *Qu'une législation nouvelle soit mise à l'étude en vue de permettre une accélération de la procédure et notamment un règlement plus rapide des différends relatifs aux droits de passage.*

III. — **L'aide aux offices régionaux.**

Le Congrès appelle l'attention des pouvoirs publics, des producteurs et des consommateurs d'électricité sur l'intérêt qu'il y a à soutenir les Offices régionaux d'énergie électrique dans l'œuvre qu'ils ont entreprise de coordination et de développement des moyens d'utilisation des forces hydrauliques et émet le vœu :

Que les chefs de service des grandes administrations techniques soient appelés à faire partie des Offices régionaux d'énergie électrique.

Informations.

Autorisations. — Concessions.

Doubs. — La commune de Fournet-Blancheroche a sollicité l'autorisation d'exploiter directement en régie la distribution publique de l'énergie électrique sur le territoire de cette commune.

L'énergie nécessaire serait fournie par la Société des Forces motrices du Refrain.

Drôme. — Une conférence a été tenue, conformément aux instructions ministériellles du 15 juillet 1920, entre les ingénieurs du génie rural et des distributions d'énergie électrique au sujet de l'établissement d'un réseau rural de distribution d'énergie électrique dans les communes de Crozes-Hermitage et de Chantemerle-les-Blés.

Eure-et-Loir. — Le syndicat électrique intercommunal du pays chartrain a demandé la construction et l'exploitation en régie d'une distribution d'énergie électrique s'étendant sur les 52 communes ci-dessous :

Amilly, Bailleau-l'Evêque, Berchères-la-Maingot, Briconville, Challet, Coltainville, Fresnay-le-Gilinert, Mainvilliers, Poisvilliers, Saint-Germain-la-Gâtine, Saint-Aubin-des-Bois, Berchères-les-Pierres, Corancez, Le Coudray, Dammarie, Fontenay-sur-Eure, Fresnay-le-Comte, Gellainville, Luisant, Mignières, Morancez, Nogent-le-Phaye, Prunay-le-Gillon, Sours, Thivars, Ver-les-Chartres, Chuisnes, Courville, Dangers, Fontaine-la-Guyon, Mittainvilliers, Pontgouin, Saint-Arnould-des-Bois, Saint-Georges-sur-Eure, Saint-Germain-le-Gaillard, Saint-Luperce, Vérigny, Bailleau-le-Pin, Blandainville, Boisvillette, Charonville, Chauffours, Epeautrolles, Ermenonville-la-Grande, Ermenonville-la-Petite, Luplanté, Magny, Marchéville, Nogent-sur-Eure, Ollé, Saint-Loup, Sandarville.

Gironde. — La Société « Energie électrique du Sud-Ouest » se propose d'établir, sous le régime des permissions de voirie, sur le territoire de la commune de Bouscat, un certain nombre de canalisations électriques faisant partie d'un réseau de distribution à basse tension pour tous usages.

Hérault et Aveyron. — La Société Energie électrique de la Sorgue et du Tarn qui a demandé la concession de distribution d'énergie électrique aux services publics sur le parcours Sauby-Truel-Béziers a été autorisée à faire circuler provisoirement le courant à ses risques et périls et sous les réserves techniques d'usage sur la section principale de la ligne allant du poste de Lauras à Béziers.

Cette autorisation permettra d'alimenter de suite la ville de Béziers et les communes de Lodève et Ceilhas.

Isère. — Le Conseil municipal de Revel a demandé l'autorisation d'organiser, dans cette commune, une régie municipale pour l'exploitation d'un réseau de distribution d'énergie électrique basse tension.

Morbihan. — La Société bretonne d'électricité qui possède une centrale à Lorient a demandé l'autorisation de distribuer, sous le régime des permissions de voirie, l'énergie électrique dans la commune de Keryado, située à proximité immédiate de Lorient.

On sait qu'un projet général d'électrification du Morbihan est à l'étude et que son extension permettrait à ladite commune de s'alimenter en énergie électrique dans les meilleures conditions.

Nord. — La Société « Energie électrique du Nord de la France » a demandé l'autorisation d'établir et d'exploiter dans la traversée des communes de La Madeleine, Lille et Hellemmes une canalisation électrique souterraine reliant la sous-station de La Madeleine au poste de la rue Ferdinand Mathias à Hellemmes.

Cette canalisation sera incorporée dans le réseau de la concession d'Etat pour distributions aux services publics qu'elle a demandée en 1920.

Nord. — La commune d'Inchi qui était éclairée au gaz avant la guerre se propose d'établir l'éclairage électrique sur son territoire.

Saône-et-Loire. — La Compagnie des Forces motrices de la Basse-Grosne a sollicité une concession de distribution d'énergie électrique dans les communes de Lux, Saint-Loup de Varenne et Cevré.

Seine.— On sait que dans certaines des voies longeant le chemin de fer de Saint-Lazare à Auteuil, les canalisations de la Société du Gaz de Paris sont parcourues par des courants électriques qui entraînent parfois des détériorations sérieuses.

Cette Société envisageant l'installation de nouvelles conduites dans la même zone, le Ministre des Travaux publics vient de demander la réunion en conférence du service du contrôle des distributions d'energie électrique du département de la Seine, du contrôle des chemins de fer de l'Etat et de l'éclai-

rage de la Ville de Paris. A cette conférence, seront convoqués également des représentants de l'Administration des chemins de fer de l'Etat, de la Société Parisienne de distribution d'électricité et de la Société du Gaz de Paris. La conférence qui sera présidée par l'ingénieur en chef du département de la Seine devra présenter toutes propositions utiles pour remédier non seulement à la situation actuelle mais aussi pour en prévenir le retour.



LES NOUVEAUX TARIFS DE L'ÉLECTRICITÉ A PARIS

Dans sa réunion du 14 juin, la commission supérieure de contrôle présidée par M. Georges Lalou, a homologué les prix du charbon qui servent de base au prix de l'électricité.

Pour le premier trimestre, ce prix, qui avait été fixé provisoirement à 115 francs, a été arrêté à 103 francs. Il y a lieu, de ce chef, à une ristourne au profit des abonnés d'une puissance égale ou supérieure à 10 kilowatts.

Il en résulte une nouvelle baisse des tarifs de vente, et les prix du courant seront les suivants à partir du 1er juillet.

Eclairage (basse tension), 0 fr., 80 le kilowatt; éclairage (haute tension), 0 fr., 535 le kilowatt force et autres usages (basse tension), 0 fr., 53 le kilowatt; force et autres usages (haute tension), 0 fr., 358 le kilowatt.

Les prix correspondants du premier semestre 1922 étaient : 0 fr., 90, 0 fr., 605, 0 fr., 630, 0 fr., 455.

Un programme de travaux très importants est à l'étude pour porter à la fréquence normale de 50 périodes la partie de la distribution parisienne qui se fait actuellement en 42 périodes, et augmenter à nouveau la puissance des deux usines de la C. P. D. E. afin de suivre l'accroissement de la consommation, qui se révèle en augmentation constante.



Cartes de distributions d'énergie électrique.



Pour répondre à diverses demandes rappelons que les cartes de distribution d'énergie électrique au 1/200.000e n'ont été jusqu'à ce jour établies que pour les départements autres que ceux compris dans les régions du Nord, de l'Ouest et de l'Est.

On sait que ces cartes sont éditées par le service géographique de l'Armée et mises en vente dans un certain nombre de librairies.

VALEUR DES INDEX ÉCONOMIQUES électriques.



1er TRIMESTRE 1922

DÉPARTEMENTS	Haute tension.	Basse tension.
Ain	139	189
Aisne	139	189
Allier	144	194
Basses-Alpes	124	174
Hautes-Alpes	124	174
Alpes-Maritimes	124	174
Ardèche	124	174
Ariège	124	174
Aube	154	204
Aude	124	174
Aveyron	127	177
Belfort (Territoire de)	138	188
Bouches-du-Rhône	124	174
Calvados	136	186
Cantal	144	194
Charente	165	215
Charente-Inférieure	119	169
Cher	155	205
Corrèze	165	215
Corse	180	230
Côte-d'Or	138	188
Côtes-du-Nord	136	186
Creuse	165	215
Dordogne	127	177
Doubs	138	188
Drôme	124	174
Eure	121	171
Eure-et-Loir	135	185
Finistère	136	186
Gard	124	174
Garonne (Haute)	127	177
Gers	127	177
Gironde	119	169
Hérault	124	174
Ille-et-Vilaine	136	186
Indre-et-Loire	134	184
Isère	139	189
Landes	119	169
Loire	144	194
Loire (Haute)	144	194
Loire-Inférieure	107	157
Loiret	162	212
Loir-et-Cher	155	205
Lot	127	177
Lot-et-Garonne	127	177
Lozère	124	174
Maine-et-Loire	134	184
Manche	130	180
Marne	161	211

Marne (Haute)	147	197
Mayenne	135	185
Meurthe-et-Moselle	146	196
Meuse	146	196
Morbihan	140	190
Nièvre	158	208
Nord	118	168
Oise	142	192
Orne	135	185
Pas-de-Calais	118	168
Puy-de-Dôme	144	194
Pyrénées (Basses)	119	169
Pyrénées (Hautes)	127	177
Pyrénées-Orientales	124	174
Rhône	139	189
Saône (Haute-	138	188
Saône-et-Loire	139	189
Sarthe	150	200
Savoie	139	189
Savoie (Haute)	139	189
Seine	142	192
Seine-Inférieure	111	161
Seine-et-Marne	158	198
Seine-et-Oise	142	192
Sèvres (Deux)	134	184
Somme	118	168
Tarn	127	177
Tarn-et-Garonne	127	177
Var	124	174
Vaucluse	124	174
Vendée	119	169
Vienne	165	215
Vienne (Haute)	165	215
Vosges	146	196
Yonne	158	208

Prix des charbons pr l'industrie électrique.

1er TRIMESTRE 1922

Départements. — SOCIÉTÉS. —	Prix homolgué. —
Côte-d'Or. — Compagnie Dijonnaise d'Electricité. Usine à Dijon	101.87
Loiret. — Société Orléanaise pour l'éclairage au gaz et à l'électricité. Usine à Orléans	126.12
Allier. — Compagnie Electrique de la Loire et du Centre...Usine à Montluçon	114.63
Loire. — Compagnie de la Loire et du Centre. Usine à Roanne	109.65
Loire. — Compagnie Electrique de la Loire et du Centre. Usine à Saint-Etienne	101.32
Rhône. — Compagnie du Gaz de Lyon. Usine à La Mouche	103.50
Meurthe-et-Moselle. — Compagnie Lorraine d'Electricité. Usine àVincey-Nancy	110.30
Cher. — Le Centre Electrique. Usine à Vierzon	124.21
Maine-et-Loire. — Compagnie d'Electricité d'Angers. Usine à Angers	96.33
Marne. — Société des Usines à gaz du Nord et de l'Est. Usine à Epernay.	124.80
Nièvre. — Compagnie Continentale Edison. Usine à Garchizy	122.72
Aisne. — Compagnie Electrique du Nord. Usine à Hirson	103.63
Nord. — Electricité et Gaz du Nord. Usine à Jeumont	84.52
Haute-Vienne. — Compagnie Centrale d'éclairage et de force par l'électricité. Usine à Limoges	129.41
Sarthe. — Compagnie du Gaz et d'Electricité du Mans. Usine au Mans	114.20
Orne. — Compagnie de distribution d'électricité de l'Ouest. Usine à Rai-Couterne	98.96
Haute-Marne. — Compagnie Electrique Meuse et Marne. Usine à St-Dizier	111.19
Maine-et-Loire. — Compagnie de distribution d'électricité de l'Ouest. Usine à Segré	100.40
Aube. — La Champagne Electrique. Usine à Troyes-la-Charme	118.26
Nord. — Compagnie d'Electricité de Valenciennes-Anzin.Usine àValenciennes	80.61
Finistère. — Compagnie d'Electricité de Brest. Usine à Brest	100.02
Calvados. — Compagnie d'Electricité de Caen. Usine à Caen	100.40
Loire-Inférieure. — Compagnie Nantaise d'éclairage et de force par l'électricité. Usine à Chantenay	70.78
Manche. — Gaz et Eau. Usine à Cherbourg	94.55
Seine-Inférieure. — Compagnie Centrale d'énergie électrique. Usine à Rouen-Quevilly	71.623
Seine-Inférieure. — Société Havraise d'énergie électrique. Usine au Havre-Bainville	84.08
Morbihan. — Compagnie de Gaz et d'Electricité. Usine à Vannes	104.71
Dordogne. — Energie Electrique du Sud-Ouest. Usine à Tuillières-Floirac	91.34
Gironde. — Energie Electrique du Sud-Ouest. Usine à Tuillière-Floirac	82 93
Cher. — Production, Transports, Distribution. Usine à Bourges	114.345
Bouches-du-R. — Compagnie d'Electricité de Marseille. Usine à Marseille	87.95
Corse. — Compagnie d'Electricite de Marseille. Usine à Marseille	143.98

JURISPRUDENCE

La sécheresse est-elle un cas de force majeure ?

Par suite de la sécheresse de l'hiver 1920-21 et de la chaleur exceptionnelle de l'été 1921 qui a produit une fonte rapide de neiges insuffisantes, les industries utilisant la houille blanche viennent de subir du fait de l'épuisement des réserves naturelles qui les alimentent, une crise particulièrement grave. Certaines entreprises productrices de l'énergie hydro-électrique, non munies d'installations thermiques de secours, ou tout au moins ne possédant pas d'installations assez puissantes ont dû cesser totalement ou partiellement la distribution du courant à leurs abonnés : de là de nombreux procès en dommages-intérêts intentés par ces derniers qui, incontestablement lésés, réclament à leur fournisseur d'énergie la réparation du préjudice causé par la non-exécution de ses obligations inscrites dans le contrat d'abonnement.

De telles actions sont-elles fondées en droit, et le distributeur d'énergie ne peut-il pas, excipant de la sécheresse exceptionnelle, invoquer à son profit l'article 1148 du code civil aux termes duquel le débiteur est dispensé de tous dommages-intérêts lorsqu'une force majeure ou un cas fortuit l'a empêché de donner ou de faire ce à quoi il était obligé ?

Telle est la question que nous nous proposons d'examiner.

***

Rappelons brièvement ce que l'on entend en droit par force majeure ou cas fortuit, — les deux expressions devant être considérées comme synonymes.

On définit habituellement la force majeure *un obstacle que les contractants ne pouvaient ni prévoir, ni empêcher et qui rend impossible l'exécution de l'obligation.* La jurisprudence exige en d'autres termes la réunion de deux conditions :

1° *Un événement imprévisible,* échappant à toute prévision, c'est-à-dire non seulement un événement que les contractants n'ont pas prévu lors de la conclusion de la convention, mais encore qu'ils ne pouvaient pas prévoir, parce que, par sa nature, il échappe à toute prévision.

2° *Un obstacle insurmontable,* c'est-à-dire qu'aucune force humaine n'est susceptible de vaincre. « Il n'y a pas de force majeure dans les événements qui rendent l'exécution d'une obligation non pas impossible, mais seulement plus lourde à exercer », dit un arrêt de la Cour de Cassation du 27 janvier 1875.

Si ces deux conditions ne se trouvent pas simultanément réalisées, le débiteur reste tenu de son obligation, même si depuis la conclusion du contrat est survenu un événement anormal qui en a bouleversé l'économie, et rendu l'exécution plus difficile ou plus onéreuse. Ce n'est que l'application de l'article 1134 du Code civil, aux termes duquel « les conventions légalement formées tiennent lieu de loi à ceux qui les ont faites », ce qui signifie que les contractants sont liés par leur contrat comme par une loi qu'ils doivent respecter, et que rien ne peut les soustraire à leurs engagements, hors le cas d'impossibilité matérielle imprévisible, c'est-à-dire hors le cas de force majeure.

Ces principes posés, recherchons si la sécheresse peut constituer pour une entreprise productrice d'énergie hydro-électrique un cas de force majeure susceptible de la mettre à l'abri de toute action en dommages-intérêts de la part de ses abonnés, pour mauvaise fourniture du courant.

***

A première vue, il semble bien qu'une sécheresse exceptionnelle, telle qu'elle n'a jamais été constatée, tarissant complètement la source d'énergie à laquelle s'alimente l'usine hydraulique constitue un cas de force majeure ; d'une part, en effet, une telle sécheresse est imprévisible, rien, aussi haut que l'on remonte dans l'histoire locale, ne rappelant, par hypothèse une telle pénurie d'eau et ne donnant par conséquent une base à une prévision quelconque à cet égard ; d'autre part l'obstacle est insurmontable, les ressources naturelles étant taries.

Mais de nombreux éléments viennent compliquer la question qui n'est pas aussi simple qu'elle le paraît au premier abord.

Pratiquement, les tribunaux saisis d'un litige de cette nature ne le trancheront généralement pas immédiatement. Ils ordonneront une expertise en donnant à l'expert une mission très large, notamment en le chargeant de rechercher si la sécheresse du cours d'eau alimentant l'usine était vraiment exceptionnelle, si l'industriel sous le couvert du cas de force majeure qu'il invoque n'a pas commis de faute susceptible d'engager sa responsabilité, si es arrêts de distribution ne sont pas dus en partiel tout au moins, à d'autres causes qu'à la pénurie d'eau, si les abonnés ont subi un préjudice, et dans l'affirmative quel en est le montant, etc..

C'est alors toute une série de problèmes qu'il va falloir résoudre et dont les solutions ont une répercussion considérable, comme on va le voir, sur la question principale.

En effet, c'est tout d'abord le régime du cours d'eau qu'il faut étudier. La sécheresse, dit-on, est *exceptionnelle*. Est-ce absolument certain ? L'examen du régime du cours d'eau pendant une certaine période ne révèle-t-il pas des cas analogues de sécheresse ? Certaines usines sont de création récente : il est possible qu'une telle sécheresse ne se soit pas manifestée depuis qu'elles existent, c'est-à-dire, depuis 5 ou 10 ans. Mais en remontant plus haut, en se renseignant mieux, ceux qui les ont crées n'avaient-ils pas appris l'existence de sécheresses identiques ?

A supposer même que la sécheresse ait été exceptionnelle, c'est-à-dire sans précédent analogue, s'en suit-il qu'elle ait été imprévisible ? C'est un phénomène de la nature que chacun peut prévoir. Donc en principe *pas d'imprévisibilité*. Reste la question de *mesure*, dans l'appréciation de cet événement prévisible, en vue d'y parer : c'est une question de fait à résoudre dans chaque cas particulier.

A cet égard, des *fautes* n'ont-elles pas été commises par l'industriel lors de l'établissement de son usine hydraulique et même depuis ? Connaissait-il suffisamment le régime du cours d'eau ? a-t-il pris toutes les mesures destinées à assurer le bon fonctionnement de son usine et l'exécution scrupuleuse de sa part, de ses contrats d'abonnement ; en particulier n'a-t-il pas négligé d'aménager des barrages réservoirs qui, par suite de la disposition naturelle des lieux peuvent souvent être établis aisément ; pourquoi n'a-t-il pas d'installation thermique de secours, et s'il en a une, a-t-elle été conçue pour répondre aux besoins de la consommation en cas d'accident, d'événement imprévu, etc. ; le distributeur n'a-t-il pas « vu trop grand » en consentant des contrats d'abonnement dans une proportion excédant manifestement ses facultés, ou même en acceptant de nouveaux abonnements en période de crise, alors qu'il savait pertinemment ne pas pouvoir y faire face ?

La question des *usines thermiques de secours*, notamment est particulièrement importante. Il est certain que l'énergie hydraulique ne peut se suffire à elle-même : l'énergie thermique doit lui apporter soit un appoint à certaines périodes de grosse consommation, soit une aide particulièrement vigoureuse à certaines périodes de sécheresse comme celle que nous venons de traverser. Il est incontestable d'autre part que de grosses imprudences ont été commises à cet égard au début de nos installations hydro-électriques et en particulier de toutes nos installations hydro-électriques dans les Alpes. Il fallait non pas nécessairement adjoindre à chaque usine blanche une installation thermique mais créer de puissantes stations de secours comme cela s'est fait, notamment à Limoges. On pourrait en particulier concevoir entre producteurs de force hydro-électrique, des ententes destinées à jouer précisément en cas de crise. Il est certain qu'il y a là une faute, un défaut de prévision, qui abstraction faite de tous autres éléments, — et il n'en manque cependant pas, — doit faire écarter ici l'excuse du cas de force majeure.

Enfin, il faut encore se reporter aux *contrats d'abonnement*. Ceux-ci contiennent souvent des clauses qui peuvent se retourner contre le distributeur de courant. Il en est ainsi, en particulier, quand une *clause charbon* fait payer à l'abonné une surtaxe sur la totalité de l'énergie. N'est-ce pas indiquer nettement par là, soit que l'entreprise est mixte, qu'elle emprunte son énergie aux deux sources thermique et hydraulique, soit que la pénurie hydraulique a été prévue, la surtaxe ne se justifiant que par l'éventualité d'un secours ou d'un appoint thermique ? Et n'est-ce pas renoncer ains, par avance à se prévaloir de l'argument tiré de la sécheresse ?

Puis il y a les *clauses pénales* prévues à certaines polices pour arrêts dans la distribution. Elles sont généralement dérisoires : certains distributeurs y ont trop facilement recours pour se soustraire à leurs engagements. Il est certain qu'en l'espèce elles ne peuvent permettre à un concessionnaire, de priver des régions entières de lumière ou de force motrice, pour une indemnité minime et hors de proportion avec le préjudice causé. Il est non moins certain qu'en droit, de telles clauses n'ont pu correspondre à la *commune intention des parties*, qui, lorsqu'elles les ont acceptées, ont eu en vue des arrêts accidentels, de courte durée, et non systématiques et prolongés comme ceux résultant de la sécheresse.

Il faut bien tenir compte encore de la commune intention des parties, à un autre point de vue. Dans la grande majorité des cas, les polices stipulent simplement qu'il sera livré du courant électrique, *mais ne précisent pas quel est le mode de production employé*. Ce mode de production est ainsi hors de cause, l'abonné n'a pas à s'inquiéter de savoir s'il est hydraulique ou thermique, on ne peut lui opposer la sécheresse car, on ne peut supposer que le cas de force majeure en résultant a été envisagé dans la commune intention des contractants. Il eût été facile si on l'avait voulu de stipuler dans le contrat d'abonnement une obligation conditionnelle, en faisant intervenir cette éventualité. A défaut, on ne peut la présumer.

En résumé, il y a là une question d'espèce à examiner de très près, dans chaque cas particulier, mais on peut dire d'une manière générale qu'il est très difficile d'admettre, en l'état actuel des choses que la sécheresse constitue pour les entreprises hydro-électriques un cas de force majeure.

D'une part, en effet, on peut toujours objecter :

1° Qu'elle n'est *pas imprévisible,* en principe, parce que phénomène naturel, sur lequel on est renseigné exactement par l'étude du régime des cours d'eau, et parce que tout industriel sait que les usines hydrauliques ne peuvent en général se suffire à elle-même.

2° Qu'elle n'est pas *insurmontable* : la pénurie hydraulique, pouvant être compensée par un secours thermique à organiser sous des modalités diverses.

3° D'autre part, à supposer même que le cas de force majeure soit retenu, on peut souvent relever *des fautes engageant la responsabilité du distributeur,* et ouvrant par conséquent à l'abonné un droit à des dommages intérêts. Nous avons énuméré les principales, on pourrait multiplier les exemples.

4° Enfin, les *polices d'abonnement* elles-mêmes suppriment on l'a vu dans la plupart des cas toute possibilités pour le concessionnaire, de recourir à l'argument de la force majeure résultant de la pénurie hydraulique.

* * *

Nous croyons intéressant de citer sur cette question un *arrêt de la Cour de Lyon du* 11 *janvier* 1922 duquel résulte qu'une société d'électricité qui, par de brusques interruptions prive ses abonnés du courant nécessaire à leur industrie commet une faute dont elle doit réparation, alors surtout que ces interruptions présentent le caractère d'arrêts systématiques contraires à l'exacte exécution des contrats d'abonnement.

La Cour de Lyon a estimé que pour s'exonérer de cette responsabilité, la société ne peut invoquer la sécheresse comme un cas de force majeure, car il lui appartenait de suppléer à l'insuffisance de sa production hydraulique en mettant en œuvre son installation thermique de secours.

Et la société ne pourrait davantage invoquer une clause pénale par laquelle elle aurait limité par avance dans le contrat le montant des dommages intérêts pouvant être dus par elle, un contractant ne pouvant se prévaloir d'une pareille clause comme constituant à son profit le droit de commettre des fautes sans avoir à réparer le préjudice qui en est résulté.

Voici le texte de l'arrêt :

« Attendu qu'il n'est pas contesté qu'aux dates indiquées dans l'assignation, les abonnés de la société d'électricité de Bourg, elle-même tributaire de l'Union électrique, en particulier quinze boulangers, demandeurs en première instance, ont été, par suite de brusques interruptions privés fréquemment du courant électrique nécessaire à leur industrie et ont subi un préjudice de ce chef ;

« Que toutes les questions dont la Cour se trouve saisie se ramènent à savoir si c'est à bon droit que le Tribunal, après avoir condamné la Société d'électricité de Bourg à préparer le préjudice causé aux demandeurs, a admis l'appel formé en garantie par ladite société contre l'Union électrique, et a dit que cette dernière sera tenue de relever la société d'électricité des condamnations en capital, intérêts et frais prononcés ;

« Qu'à cet égard il y a lieu de rechercher quel a été le caractère des interruptions survenues pour apprécier ensuite si le préjudice qui en est résulté doit être réglé en s'en tenant aux stiuplations du contrat selon les principes généraux du droit ;

« Sur le premier point :

« Attendu qu'il ressort de l'examen du relevé afférent au seul mois de novembre 1920, qu'il ne s'est pas produit moins de 27 arrêts non pénalisés, dont un de plus de cinq heures ;

« Que ces arrêts ont été constatés pour ainsi dire chaque jour et se sont renouvelés parfois dans le cours d'une même journée.

« Qu'ils avaient pour résultat de mettre dans le désarroi la Société d'électricité de Bourg, de causer à ses abonnés un préjudice matériel certain et de motiver de leur part un légitime mécontentement ;

« Qu'ils présentent, par suite, le caractère d'arrêts systématiques, de nature à rendre l'exploitation impossible et contraires à l'exacte exécution de l'accord intervenu entre les parties ;

« Sur le second point :

« Attendu que l'Union électrique soutient que les premiers juges ont violé les prescriptions de l'article 1152 du Code civil en la condamnant, par voie de garantie à des dommages intérêts autres que ceux prévus à la convention ;

« Qu'il faudrait, du moins, qu'une lourde faute fût relevée à sa charge et que la décision critiquée en précisât les éléments ;

« Qu'elle articule enfin des faits tendant à établir que la rupture d'un fil électrique survenu le 9 novembre 1920 serait due à une cause accidentelle, de même que les arrêts des mois de septembre, octobre, novembre et décembre 1920, qui auraient été causés par la *sécheresse* ;

« Mais attendu que cette offre de preuve n'est pas pertinente ;

« Qu'en effet, si la rupture fortuite d'un fil conducteur devait produire une interruption de longue durée et si des circonstances accidentelles ont pu,

dans une certaine mesure, raréfier la production hydraulique de l'énergie électrique, il appartenait à l'union électrique qui possède une usine à double fin, avec *installation thermique*, précisément destinée à être mise en œuvre, en pareil cas, *de suppléer à cette suppression ou à cette insuffisance par ses propres moyens* ;

« Qu'en s'abstenant de le faire, sans doute afin de réaliser des économies de combustibles, elle a commis une faute lourde, d'autant plus caractérisée qu'il a pu être affirmé, sans soulever de protestations de sa part, qu'aux mêmes heures où les abonnés de la Société d'électricité de Bourg étaient privés de courant, les clients directs de l'Union électrique, que celle-ci tenait à satisfaire, étaient régulièrement servis ;

« Attendu, au surplus, que s'il était besoin, la Cour trouverait encore la preuve d'une nouvelle faute à la charge de la Société appelante dans tout un ensemble de circonstances résultant notamment de son manque de surveillance et de son inertie en présence des réclamations réitérées auxquelles donnait lieu l'inexécution de ses obligations ;

« Attendu, en droit, qu'il n'est pas douteux que la preuve de la faute lourde étant rapportée, — et à charge de motiver leur décision de ce chef les tribunaux ne sont pas liés par les termes de l'art. 1152 du Code civil. — *La clause pénale* insérée dans un contrat de bonne foi ne mettant pas obstacle à l'application de l'art. 1382, en ce sens que *l'un des contractants ne saurait s'en prévaloir comme constituant à son profit un droit de commettre des fautes sans avoir à réparer le préjudice qui en est résulté* ;

« Qu'ainsi c'est à bon droit que les premiers juges ont accueilli l'appel en garantie ; qu'ils ont, d'autre part équitablement apprécié le montant des dommages-intérêts qu'il convient d'allouer aux abonnés en réparation du préjudice qui leur a été causé ;

« Que leur décision ne peut donc être que purement et simplement confirmée,

« Par ces motifs et ceux des premiers juges,

« La Cour statuant publiquement, contradictoirement en matière sommaire, le Ministère public entendu, après en avoir délibéré ;

« Sans s'arrêter à toutes les conclusions autres et contraires qui sont déclarées mal fondées, et sans qu'il y ait lieu de statuer sur l'appel éventuel de la Société d'Electricité de Bourg, en la forme, reçoit l'appel de l'Union électrique ; au fond, l'en déboute ;

« Rejette expressément son offre de preuve ;

« Confirme dans toutes ses dispositions le jugement rendu par le tribunal de commerce de Bourg, le 25 février 1921. »

René Gérin,
Licencié ès sciences,
Maître de conférences à la Faculté de droit,
Avocat à la Cour d'appel de Lyon.

Consultations Juridiques.

Question. — Quelles sont les définitions exactes des régimes sous lesquels peuvent être établies les lignes de distribution d'énergie (permission de voirie, concession d'Etat) ?

Réponse. — La loi du 15 juin 1906 prévoit trois régimes pour les distributions d'énergie électrique empruntant les voies publiques :

1° *La permission de voirie.* — C'est une autorisation d'occupation temporaire de la voie publique sans durée déterminée, délivrée par le Préfet ou par le Maire, suivant que la voie empruntée rentre dans les attributions de l'un ou de l'autre, qui ne peut prescrire aucune condition relative aux conditions commerciales de l'exploitation, mais comporte paiement d'une redevance par le permissionnaire. Elle constitue une simple tolérance administrative ; elle ne confère aucun droit réel, elle est toujours précaire et révocable.

2° *La concession simple.* — D'une manière générale, la concession est un contrat, par lequel un entrepreneur s'engage envers une personne administrative à effectuer et à entretenir un travail public moyennant le droit de percevoir une redevance sur les usagers de ce travail.

Cette définition s'applique aux concessions de distribution publique d'énergie. Celles-ci sont accordées pour une durée déterminée, après enquête, par les communes si elles n'empruntent que leur territoire, par l'Etat dans les autres cas. Le concessionnaire est lié envers le concédant par un cahier des charges conforme à l'un des types fixés par décret ; il a le droit d'exécuter sur les voies publiques tous travaux nécessaires à l'établissement et à l'entretien des ouvrages ; il peut bénéficier, par l'acte de concession, du monopole de l'éclairage.

3° *La concession d'utilité publique.* — Cette concession accordée après enquête par décret en Conseil d'Etat investit le concessionnaire de droits beaucoup plus étendus que la concession simple. Elle lui donne notamment le droit d'expropriation (dans les conditions de la loi du 3 mai 1841), et les droits d'appui, de passage et d'ébranchage pour ses conducteurs.

Note. — La tendance actuelle de l'administration est de n'accorder que des concessions, et de substituer de plus en plus pour les entreprises déjà existantes, et toutes les fois que cela est possible, le régime de la concession à celui de la permission de voirie.

René Gérin.



Inventions. — Appareils et procédés nouveaux

APPAREIL POUR MESURER LA RÉSISTANCE DES TERRES

Cet appareil est basé sur le pont de Kohlrausch; il comporte (fig. 1) un commutateur permettant de relier le circuit de contrôle soit en un point du pont situé entre la résistance cherchée et la résistance de comparaison, soit à la résistance auxiliaire, de façon à mettre en série à ce moment dans une même branche du pont, la résistance de comparaison et la terre à déterminer.

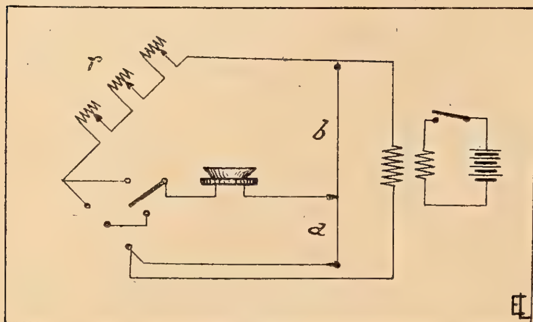


Fig. 1.

Le fil à curseur est gradué de façon à renseigner sur les valeurs du facteur :

$$\frac{a}{b} + 1$$

d'une des équations à résoudre. — (Br. Fr. 533.011. — Lassalle).

PERFECTIONNEMENTS A LA SOUDURE ÉLECTRO-THERMIQUE PAR TRANSFORMATEURS

De nombreux moyens ont été utilisés pour simplifier la soudure et éviter que lorsque celle-ci est effectuée, le courant de court-circuit fasse fondre le point soudé. Le premier procédé, dit automatique, consiste à monter un

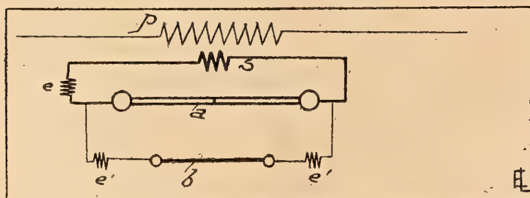


Fig. 2.

amplificateur sur les mâchoires de l'appareil; ce dispositif consiste en contacts auxiliaires qui écartent les contacts principaux par ramollissement du métal. Le deuxième procédé utilise des résistances montées en série, mais il exige un personnel expérimenté.

Le perfectionnement consiste à utiliser (fig. 2) des résistances e' et e montées entre les mâchoires simples b et entre les contacts principaux a (combinaisons des procédés précédents). — Br. Fr. 533.401. — Compagnie française Thomson-Houston). *(Errata au n° 1299).*

MOTEUR ÉLECTROMAGNÉTIQUE

Dans les moteurs de ce genre, l'entrefer et la distance entre l'armature et les pièces polaires diminuent la force attractive de l'électro-aimant.

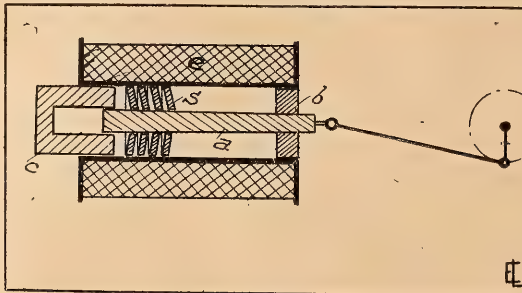


Fig. 3.

Pour éviter ces inconvénients, on réalise (fig. 3) un circuit magnétique complètement fermé, en sectionnant le noyau par palettes coutres s et convexes, s'emboîtant les unes dans les autres, et reliées par un cône d'entraînement a.

La figure montre une application du principe à un moteur électromagnétique e actionnant une manivelle. — (Br. Fr 533.744. — Gillet). P. M.

ISOLATEURS POUR HAUTE TENSION

Un isolateur haute tension comprend (fig. 4) une ou plusieurs unités diélectriques 10; un chapeau métallique est fixé aux unités diélectriques par des griffes 16. Un maillon L en forme de double té s'engage dans le chapeau et est muni de parties angulaires 24 disposées de telle sorte qu'elles puissent s'engager dans les fentes du chapeau de façon à empêcher touet rotation.

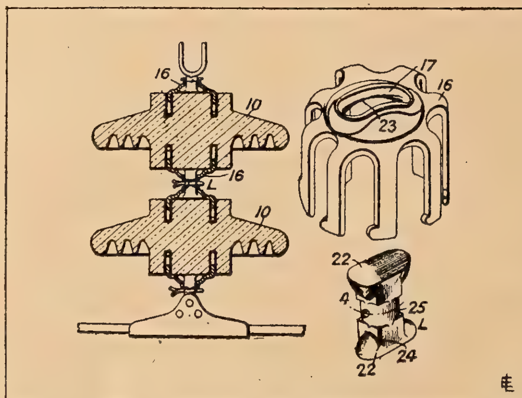


Fig. 4

Pour insérer un maillon L dans le chapeau, l'extrémité 22 est amenée dans une position parallèle à la fente 17 du chapeau 16 et est enfoncée suffisamment pour amener la portion réduite 25 à pénétrer dans la fente. Il est alors retiré jusqu'à ce que le retrait 23 soit engagé. Une contre-clavette est enfoncée en 4 dans le maillon L. (Brev. angl. 169.834).

M. M.

CARNET DE LA T. S. F.

RÉCEPTION DE LA TÉLÉPHONIE SANS AMPLIFICATEURS (1)

La récente décision du gouvernement d'établir dans toutes les communes des postes récepteurs pour la comunication des prévisions atmosphériques donne un intérêt particulier aux exemples d'installations simples communiqués par l'Office National Météorologique, et dont nous avons commencé la description dans notre n° du 1er juin :

Le résultat obtenu par l'installation décrite précédemment est extrêmement intéressant, car il démontre le rôle absolument primordial que joue dans la réception l'ensemble formé par l'antenne et par la terre. Il n'est cependant pas indispensable, à moins de 250 kilomètres de Paris, de réaliser une installation aussi parfaite et aussi coûteuse d'antenne et de terre. L'exemple suivant le montre.

DEUXIÈME EXEMPLE DE RÉCEPTION (à 265 kilomètres de Paris).

M. F., à Roubaix, reçoit d'une façon régulière et très sûre les émissions de téléphonie de la Tour Eiffel, à l'aide d'un simple récepteur à galène, sans amplificateur et sans lampe. L'installation générale du poste est la suivante :

a) *Antenne.* — Antenne en V, à deux fils de 11/10e de millimètre de diamètre en bronze téléphonique, de 69 mètres de long, posés à 15 mètres de hauteur. Les extrémités du V sont attachées en deux points sur une usine, à 16 mètres de hauteur. La pointe du V est sur le toit d'un bâtiment voisin. Les sommets du V sont isolés des supports à l'aide de trois petites poulies de porcelaine espacées de 10 centimètres l'une de l'autre. Les fils qui se rejoignent au sommet du V sont soudés et fixés sur un isolateur ordinaire de fils téléphoniques.

L'antenne est reliée au poste récepteur par un fil (fil d'entrée de poste) de 20 mètres de long, de 11/10e de millimètre de diamètre, fixé par soudure à la pointe du V, rattaché au mur du bâtiment par un autre isolateur de téléphone, puis rentrant librement à travers la fenêtre (le passage ayant lieu dans un tube en verre) jusqu'à la bobine d'accord. Un commutateur, permettant de mettre l'antenne à la terre quand on n'écoute pas, est placé avant la bobine d'accord.

Par suite de la disposition locale, d'importantes masses métalliques, s'élevant jusqu'à 7 mètres de haut, et reliées directement à la terre, se trouvent sous l'antenne. La réception ne semble pas en être amoindrie ; il est même possible qu'elle soit améliorée par cette circonstance, car ces masses métalliques doivent jouer le rôle d'une prise de terre excellente située exactement au-dessous de l'antenne.

b) *Prise de terre.* — La prise de terre utilisée se compose principalement d'une conduite de gaz. Il est d'ailleurs probable que cette conduite, qui rentre rapidement dans des terrains humides, est reliée pratiquement aux masses métalliques dont il a été question plus haut et qui se trouvent sous l'antenne. La prise de terre doit donc se composer en réalité de l'ensemble des canalisations de gaz et des masses métalliques, le tout en contact avec un terrain humide et bon conducteur.

Alors que le cas précédent (réception près de Tours) fournissait l'exemple d'une antenne et d'une prise de terre réalisées de toutes pièces dans les conditions théoriques les meilleures possibles, le cas présent donne l'exemple de l'utilisation tout à fait rationnelle des circonstances locales favorables pour réaliser avec le plus d'économie possible un ensemble, « antenne et terre » excellent.

(1) Voir l'*Electricien* du 1er juin 1922.

c) *Appareil récepteur proprement dit.* — L'appareil récepteur se compose d'une seule bobine d'accord à deux curseurs, avec détecteur à galène, et d'un récepteur téléphonique composé de un ou deux écouteurs de 4.000 ohms en série. Un écouteur de 500 ohms a donné des résultats beaucoup moins bons.

La partie la plus originale de cette installation réside dans le détecteur à galène dont nous allons exposer en détail le montage.

Le principe du montage est toujours le principe général : une pointe métallique repose sur un morceau de galène sensible, et permet de choisir à chaque émission le point le plus favorable. La difficulté dans les réceptions de téléphonie, consiste à trouver et à conserver ce point sensible.

Il a été remarqué qu'on améliorait énormément les réceptions de téléphonie, et même qu'on les rendait possibles alors qu'elles ne l'étaient pas auparavant, quand on adoptait un dispositif permettant, à l'aide d'une vis, de régler de manière très précise, la pression de la pointe métallique sur le point sensible de la galène.

M. F., a construit lui-même d'une manière très simple un support de galène. La figure ci-jointe donne des explications suffisantes à ce sujet. La lame du ressort et la vis indiquées sur cette figure permettent de régler la pression de la pointe sur la galène (fig. 1).

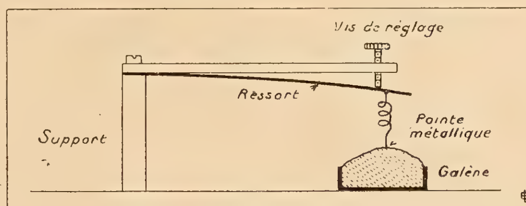


Fig. 1.

Il importe d'autre part d'éviter de déplacer la pointe pendant la réception. A cet effet, le détecteur est monté sur une planchette suspendue par quatre caoutchoucs minces et très élastiques, de telle façon que l'audition n'est pas modifiée quand la table qui supporte les appareils reçoit des chocs. L'influence de la pression de la pointe du fil sur la galène a une grande importance en téléphonie : c'est un réglage à faire au début de l'audition, qui ne demande qu'une ou deux secondes quand le doigté nécessaire est acquis.

On a employé diverses galènes ; il a été constaté qu'elles sont toutes bonnes en téléphonie sans fil, quand elles le sont déjà en télégraphie sans fil, mais qu'un point excellent pour la télégraphie peut être nul pour la téléphonie, tandis que les points qui permettent l'audition de la téléphonie sont toujours bons pour les auditions télégraphiques.

Les différentes galènes employées (à larges cristaux, à cristaux moyens, à petits cristaux, galène artificielle, galène artificielle resulfurée) ont toutes donné des résultats assez peu différents. Il semble cependant que la préférence doit être donnée à la galène à petits cristaux ou à la galène artificielle resulfurée superficiellement.

M. F... est parvenu très souvent à améliorer pour la réception téléphonique des points peu sensibles de la galène sans toucher à la pointe du détecteur. Il utilise pour cela une vieille pile de lampe de poche fournissant de 1/2 à 3 volts ; il relie le pôle à la terre et frôle, à l'aide d'un fil relié au pôle de la pile, légèrement et rapidement, les premières spires de la bobine d'accord en partant de l'extrémité reliée à la terre.

d) *Particularités de montage.* — M. F. a utilisé différents

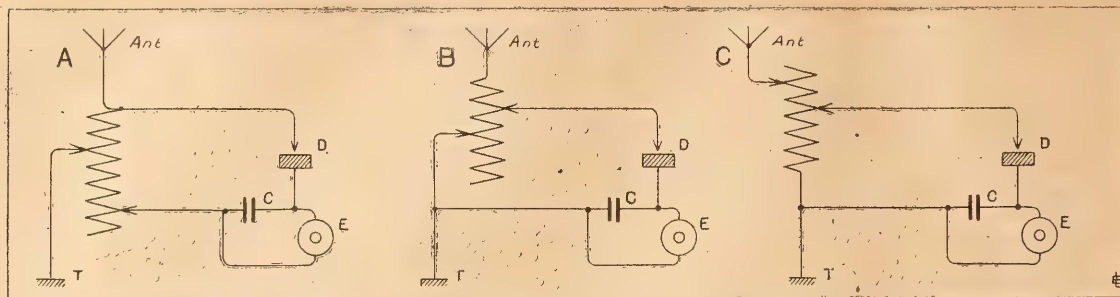


Fig. 2.

montages classiques qui lui ont tous permis dans des conditions plus ou moins bonnes la réception de la téléphonie sans fil.

Les trois figures ci-contre indiquent les différents montages employés.

Le montage A a donné un résultat assez médiocre. Le montage B permet d'éliminer assez bien les postes gênants mais exige un réglage précis.

Le montage C élimine moins les postes gênants, mais le réglage, moins précis, est plus facile.

Un montage à l'aide de deux bobines, tel que celui qui a été employé pour la réception par M. de G..., près de Tours, peut également donner des résultats excellents, mais la construction est toujours plus compliquée et un peu plus coûteuse.

M.F. a construit lui-même sa bobine de la façon suivante : Il a pris un cylindre en carton de 90 millimètres de diamètre et de 34 centimètres de longueur ; il y a enroulé 195 mètres de fil émaillé de 5/10e de millimètre de diamètre, les spires étant enroulées jointives sur le cylindre de carton. Deux curseurs permettent d'établir le contact de l'une quelconque des spires le long de deux génératrices ; il suffit pour cela de dénuder, en grattant légèrement, le fil émaillé le long de ces génératrices.

Les condensateurs peuvent également être construits directement. Ceux utilisés ici sont composés de deux feuilles d'étain entre trois feuilles de papier à machine à écrire paraffiné. Les dimensions des feuilles sont de 13 centimèters sur 4 centimètres.

La réception à Roubaix a donc été obtenue par l'amateur à l'aide d'appareils simples et peu nombreux que nous allons de nouveau énumérer ci-dessous :

1° Pour l'antenne et l'entrée de poste, 150 mètres de fil métallique et quelques isolateurs de porcelaine.

2° Pour la bobine d'accord, un tube de carton, 200 mètres de fil émaillé.

3° Pour la réception proprement dite, un cristal de galène, un téléphone à grande résistance.

Il faut ajouter à cela le petit matériel permettant de parachever l'installation, tel que petites bornes, papier d'étain, pièces diverses permettant de fabriquer soi-même le support de la galène, le support de la bobine d'accord et des curseurs.

Des deux cas exposés précédemment d'une réception excellente à plus de 200 kilomètres de Paris, il faut retenir principalement les points suivants qui ont permis le succès dans chaque cas : l'antenne et la terre étaient construites d'une façon très rationnelle. L'antenne et l'entrée de poste étaient très bien isolées à leurs points d'attache et à leurs points d'entrée dans le poste. Les connexions de l'antenne et du fil d'entrée de poste étaient soudées ; la prise de terre permettait un excellent contact électrique avec le sol.

La plupart des échecs qu'éprouvent les personnes qui veulent recevoir la téléphonie sans fil proviennent de la façon défectueuse dont l'antenne est installée et isolée, ainsi que de l'insuffisance de la prise de terre.

Le Colonel Directeur
de l'Office national météorologique.

BIBLIOGRAPHIE

Manuel de l'Electricien. — Installations électriques industrielles (installation, entretien, contrôle), par R. Cabaud, ingénieur électricien (E. C. L. et E. S. E.). Un volume in-18 de 333 pages, avec 70 figures, cartonné (Bibliothèque professionnelle René Dhommée). — Prix : 10 francs.

Continuant la série du *Manuel de l'Electricien*, ce volume s'occupe spécialement de l'étude et de l'exécution des installations, de leur entretien et de leur contrôle, qui sont parmi les chapitres les plus intéressants pour l'électricien praticien. Ce nouveau manuel est écrit dans un style précis ; il indique clairement ce qu'il faut connaître et un choix judicieux de bonnes figures facilite la lecture.

Electro 1922. — Annuaire de l'électricité et des industries s'y rattachant. Henri Renaud, éditeur. Prix : 12 francs.

TRIBUNE DES ABONNÉS

*Notre Tribune est une rubrique de renseignements mutuels ouverte à tous nos abonnés. La Rédaction de l'*Electricien *n'est pas responsable des réponses fournies. Nous prions nos lecteurs de limiter leurs demandes au domaine de la pratique industrielle.*

DEMANDES

N° 670. — Pour l'aération des travaux souterrains d'un puits houiller, on utilise un ventilateur actionné par un moteur de 220 HP, 3.000 volts de la Société Alsacienne de constructions mécaniques. La cabine d'arrivée 3.000 volts (de la même société A. C. M.) comprend un jeu de sectionneurs, 1 ampèremètre, 1 transformateur de potentiel, 3 transformateurs d'intensité, 1 disjoncteur muni pour le déclenchement d'une bobine maxima et d'une bobine minima.

La bobine minima est alimentée par le transformateur de

potentiel, l'ampèremètre est branché directement sur un transformateur d'intensité (secondaire).

La bobine maxima sur les secondaires des deux autres transformateurs d'intensité.

Pourrait-on m'indiquer *le* ou *les* moyens de brancher la bobine maxima sur les secondaires des deux transformateurs d'intensité (schéma, si possible des connexions). Il est à remarquer que dans ces deux transformateurs d'intensité, l'arrivée du courant (primaire) se fait sur une phase par une borne bleue, sur l'autre phase (deuxième transformateur, de position qui semble être renversée par rapport au premier) par une borne blanche. Explication théorique si possible des arrivées et sorties de courant pour assurer le fonctionnement de la bobine.

2° Est-il nécessaire qu'un transformateur d'intensité soit placé de façon opposée à l'autre (on a alors une borne blanche et une borne bleue à l'arrivée ?) Dans la négative, les connexions au secondaire sont-elles à renverser dès que l'on donne aux deux transformateurs une position identiquepar rapport aux câbles d'arrivée ?

3e Ordinairement on trouve sur un disjoncteur haute tension, deux bobines maxima alimentée séparément par un transformateur d'intensité qui leur est propre (une bobine par transformateur).

Au point de vue de sûreté comme déclenchement, quel est a priori le procédé le meilleur ; on envisagera : *a*) le cas, pour un moteur quelconque de 3.000 volts, d'une surcharge trop forte ; *b*) de la mise de deux phases à la terre ou en court-circuit ; *c*) enfin le cas d'un réseau non équilibré par exemple celui d'un disjoncteur commandant un transformateur sur le secondaire duquel (étoile avec neutre sorti) on alimenterait trois fours à carbure de calcium (un sur chaque phase, avec retour par le neutre) ; l'intensité pris par chacun des fours dépendant en effet de l'amorçage de la composition du mélange et de bien d'autres causes.

N° 671. — 1° Quelle est la densité de l'intensité à faire passer devant les fils fusibles en alluminium fréquemment employés dans l'industrie ?

2° Quelle est la latitude laissée en général pour sécurité entre l'intensité normale de passage et l'intensité de fusion pour les fils en alluminium et les fils en alliage plomb-étain. Ces deux questions pour la basse tension naturellement ;

3° Par quel moyen pratique ne nécessitant pas un réglage minutieux, c'est-à-dire pouvant être entretenu par des non-électriciens et ne provoquant pas à chaque fonctionnement une coupure ; du courant devant être rétablie pas l'homme de service ? Peut-on protéger un poste de transformation en diphasé à 12.000 volts contre les surtensions ?

Il a déjà été employé à ce poste un système comportant en dérivation à l'entrée du poste : 12 languettes de bronze montées en série, écartées les unes des autres d'un millimètre et reliés à la terre par l'intermédiaire d'une résistance hydraulique. Mais dans les décharges la résistance se mettait hors service au premier abord en se vidant.

Le système hydraulique a ensuite été remplacé par une baguette carbone, mais cette fois la décharge souda ensemble toutes les languettes et la baguette tout en flambant mit la phase franchement à la terre jusqu'à ce que l'électricien coupât à l'interrupteur.

N° 672. — Quel est le moyen le plus pratique pour arrêter à distance un moteur asynchrone triphasé à démarrage en court-circuit.

N° 673. — Quel est le prix du livre : *Méthode pratique pour calculer les moteurs asynchrones*, par Boy de la Tour.

A quel éditeur dois-je m'adresser pour la fourniture de ce livre.

N° 674. — Pourriez-vous m'indiquer un bon livre traitant également les accus fer-nickel, type Edison.

N° 675. — Un abonné de *l'Electricien* pratiquant la T. S. F. aurait-il réussi dans l'emploi direct du continu (dynamo) pour l'alimentation filament, plaque.

N° 676. — Je désirerais recevoir d'un abonné le schéma du montage d'un oudin pour la réception des ondes entretenues avec une lampe seulement, oudin à deux curseurs.

N° 677. — Quelles sont les principales harmoniques dans un transformateur ; leur nombre ; quelles causes ont-elles pour origine ; quels sont leurs principaux inconvénients ?

Comment et par quels moyens ou peut-on les supprimer entièrement, ou en atténuer les effets ?

N° 678. — Quelle est la procédure à suivre à la suite d'un vol d'outils ; les dits outils n'étant d'ailleurs pas marqués au nom ou signe du possesseur ? Celui-ci retrouvant ses outils dans le sac d'un autre monteur, a-t-il le droit (les reconnaissant comme siens, malgré qu'ils n'aient aucune marque apparente) d'intenter à l'individu (dans le sac duquel il a reconnu ses outils) un procès pour vol ?

N° 679. — Je voudrais transformer du courant alternatif à 50 périodes en courant continu ou redressé pour alimenter un projecteur à arc. Comme ce projecteur doit fonctionner assez rarement (environ 20 fois 3 ou 4 heures par an) je ne voudrais pas employer de petit groupe rotatif, ni de redresseur à vapeurs de mercure.

Avant d'essayer une soupape électrolytique à quatre clapets, pourriez-vous me dire :

1° Quels sont les résultats pratiques obtenus récemment par les soupapes électrolytiques ;

2° Où pourrais-je trouver des renseignements complets sur les diverses dispositions essayées ou adoptées ?

3° Quelles sont les intensités maxima atteintes.

Pour mon arc, je désire obtenir 15 à 20 ampères sous 40 à 50 volts.

N° 680. — Pourrait-on m'indiquer quel est le meilleur moyen pratique de conservation en magasin d'éléments de piles sèches ?

En cas de sulfatation, y a-t-il un moyen bien pratique de désulfatage et de remise en état ?

N° 681. — Comment, habituellement, calcule-t-on le calibre des compteurs, pour abonnés lumière, connaissant la puissance lumière installée ?

N° 682. — Pendant l'arrêt des machines, un apprenti s'est avisé de couper un fusible à l'interrupteur tripolaire général : « Arrivée. »

Au moment de remettre en route, l'ouvrier chargé d'un moteur de 13 chevaux ferme l'interrupteur tripolaire secondaire placé près du moteur, avance doucement la manette du rhéostat. Le moteur grogne et ne tourne pas. L'ouvrier croyant trouver dans une courroie trop tendue la mauvaise mise en route, avança légèrement la manette dans la direction « marche ». A ce moment, de la fumée s'échappa du rhéostat et un fil de la résistance fondit.

Après la réparation de la résistance et le remplacement du fusible, il ne se passa plus rien d'anormal.

Je désirerais une explication théorique du fait survenu occasionnant la fusion d'un fil de la résistance, le moteur qui était alors sur deux phases n'a pas chauffé.

Demandes d'adresses de fournisseurs.

N° 683. — Existe-t-il un appareil électrique chauffe-fer à repasser dans le genre de ceux marchant actuellement au gaz ou au charbon ? (Le fer devant frapper fortement le tissu, il serait à craindre que le fer électrique ne résiste pas).

Dans l'affirmative faire connaître une maison s'occupant de ce genre d'appareil.

N° 684. — M'occupant tout particulièrement de représentation électrique ,je vous serais obligé de bien vouloir me dire l'adresse de la *Lampe Nationale*, à Paris.

N° 685. — Demande des catalogues de tout ce qui concerne les installations intérieures, lignes basses et hautes tensions centrales, et machines électriques et hydrauliques. Indiquer les meilleures conditions.

J. Ranchoux, ingénieur électricien, 25, rue de la République, Saint-Etienne. Boîte postale personnelle.

RÉPONSES

N° 650 R. — *Pont roulant de 30 tonnes.*

1° Puissance des moteurs. Pour lever 30.000 kilogs à 20 mètres par minute, il faut une puissance théorique de :

$$\frac{30.000 \text{ kg.} \times 20 \text{ m.}}{60 \text{ m.} \times 75 \text{ kgm.}} = 133 \text{ chevaux.}$$

Comme le rendement des treuils de pont avec le mouflage atteint rarement 0,6, c'est au moins un moteur de 200 chevaux qui est nécessaire. Les puissances des autres moteurs semblent faibles pour un pont aussi grand. Cependant, on peut déterminer la puissance nécessaire avec assez de précision, par le calcul, à condition de connaître tous les détails de construction de l'appareil. Les vitesses des deux translations sont modérées pour un pont à service actif (atelier de construction, fonderie). Elles sont au contraire très grandes pour un pont rarement utilisé (salles de machines).

3° Moteurs de translation. — L'emploi de deux moteurs de translation n'est pas à conseiller car la moindre irrégularité dans leur marche ou la moindre différence de vitesse provoqueraient le coincement ou le déraillement du pont ; de plus l'installation serait plus chère.

4° Cabine de manœuvre. — On ne peut en déterminer la place sans connaître l'usage du pont . Les deux points que doit voir le conducteur sont le crochet et le rail C il semble plus avantageux de mettre la cabine en porte-à-faux sur la jambe du pont en B si, du moins, cette jambe est construite « en treillis ».

En outre, divers appareils spéciaux sont nécessaires (freins, fins de courses, etc.).

Pour toutes ces questions, voyez Rousselet : « Les ponts roulants ». Si l'appareil est dans la région parisienne, je pourrai vous donner sur place tous renseignements utiles (Bescond, 67, rue de Paris, Clamart, Seine).

N° 651 R. — *Compteur tournant à vide.* — Le défaut signalé est dû au compteur. Les appareils de ce modèle comportent un dispositif « de compoundage » destiné à équilibrer le couple de frottement et dont le déréglage peut faire tourner le compteur à vide.

N° 655 R. — *Isolement des distributions de lumière.* — Chaque société distributrice a une formule d'isolement particulière. Il doit avoir une grandeur tantôt fixe, tantôt proportionnelle à l'inverse de la puissance ou de la racine carrée de la puissance. M. Marec conseille la formule :

$$\frac{10 \text{ mègohms}}{N}$$

N étant le nombre de lampes.

N° 660 R. — La formule donnant la puissance d'une rivière ou d'un cours quelconque, chute, etc.... est la suivante :

1° Puissance en HP =

Débit en décim. cubes p. seconde × Differ. de niveau (en mètres).

Dans le cas qui vous intéresse il faudrait connaître la différence de niveau entre le point où vous voulez capter votre cours et le point où vous voulez l'utiliser.

Il suffira ensuite d'appliquer la formule précitée en prenant le débit en décimètres cubes par seconde = 1.000.

2° Il est très difficile de vous donner les moyens de connaître le rendement d'une roue ainsi constituée sans avoir le débit normal, le système de paliers, la longueur de l'arbre, le diamètre total de la roue, son emploi, etc...

Je crois qu'il ne faut pas compter sur un rendement supérieur à 25 ou 30 %.

Le mieux serait de faire un essai de comparaison.

R. B.

N° 661 R. — La Compagnie française Thomson-Houston, 4, rue d'Aguesseau, Paris, a spécialement étudié la question des moteurs pour métiers à tisser mécaniques.

R. B.

N° 663 R. — La maison Blot, maison fondée en 1840, MM. Blot et Massien, successeurs, à Charleval (Eure) se spécialise pour la construction de tous les genres de roues hydrauliques.

N° 671 R. — **Fils fusibles.** — Des recherches approfondies sur l'intensité nécessaire à la fusion des fils de diamètre et de substances différentes ont été effectuées par W. H. Preece. La formule qui en résulte est :

$$I = a\,d^{\frac{3}{2}}$$

ou encore :

$$d = \left(\frac{I}{a}\right)^{\frac{2}{3}}$$

d, diamètre en millimètres pour l'aluminium $a = 59{,}2$ pour alliage plomb et étain (2/1) $a = 10{,}3$.

M. Zetter a procédé également à des essais sur des lames d'étain, longuer, 12 centimètres, largeur, 5 millimètres, la densité varie de 15 à 8 ampères par millimètres, le rapport entre les intensités de protection et de fusion est, d'après lui de 3 environ. D'après Preece, ce rapport est variable et non plus constant. Exemple : protection, 4 ampères, fusion, 10 ampères pour 12 ampères, fusion 25 ampères, 20 ampères, fusion, 40 ampères, 50 ampères fusion, 90 ampères, 130 ampères, fusion, 200 ampères.

Votre 3° soulève la question de la protection des postes de transformation qui est trop longue pour être traitée en entier dans la tribune. Pour protéger les installations H. T. contre les décharges atmosphériques et les surtensions, beaucoup d'instruments ont été expérimentés et continuent d'être essayés. D'une façon générale on emploir plusieurs dispositifs à la fois, les plus fréquents sont les bobines de réactance, les parafoudres à cornes, les déchargeurs à intervalles multiples, les parafoudres à rouleaux, les parafoudres électrolytiques, les résistances à eau, les condensateurs, etc... On ne peut se prononcer *à priori* sur le dispositif à recommander, cette question devant être étudiée pour chaque cas en particulier. Il semble dans le cas présent que votre limiteur de tension à rouleaux ne soit pas approprié à la tension de 12.000 volts puisque l'arc se maintient. Vérifier également si votre ligne de terre ne présente pas d'induction (longueur exagérée, coudes à angles vifs).

N° 673 R. — La librairie Dunod, 49, quai des Grands-Augustins, fournit tous livres techniques.

Le Gérant : **L. De Soye**

PARIS. — L. DE SOYE, IMPRIMEUR, 18, RUE DES FOSSÉS-S.-JACQUES, V°.
Téléph. 806-44

L'ÉLECTRICIEN

Rédacteur en chef : L.-D. FOURCAULT

ÉCLAIRAGE DES VÉHICULES

Les principaux systèmes d'éclairage électrique individuel appliqués aux voitures de chemins de fer.

En vue d'améliorer le confort et la sécurité dans leur matériel de transport, les Compagnies de chemins de fer ont dû adopter l'éclairage électrique et se montrer de plus en plus exigeants vis-à-vis des constructeurs d'équipements d'éclairage électrique des trains. Chaque constructeur a pu ainsi mieux connaître les conditions d'exploitation des divers réseaux et étudier un système, non pas suivant ses idées personnelles, mais sur des données répondant aux conditions d'exploitation de chaque réseau.

La question de l'éclairage de trains a réellement progressé depuis quelques années et les équipements modernes que l'on trouve actuellement sur le marché ne sont aucunement comparables à ceux qui existaient en France il y a vingt ans.

Nous consacrerons aux uns et aux autres les quelques lignes descriptives qui vont suivre en évitant soigneusement dans l'analyse de chaque système toute critique injustifiée ou douteuse, et nous laisserons à nos lecteurs le soin de tirer eux-mêmes les conclusions que notre article précédent aura pu leur inspirer (1).

Parmi les plus anciens systèmes d'éclairage électrique individuel des trains, dont quelques exemplaires sont encore en service, nous citerons les systèmes : Stone, Vicarino et Aichelé.

SYSTÈME STONE

Il y a environ trente ans que la firme anglaise J. Stone et Co a établi et mis en service en Angleterre ses premiers équipements d'éclairage électrique individuel, mais c'est seulement vers 1900 que les premières applications de ce système ont été faites en France sur quelques voitures de la Compagnie d'Orléans et de la Compagnie Internationale des wagons-lits.

Chaque équipement comprenait :

1° Une dynamo type B de 30 A., 24-32 volts renfermant ses organes de couplage.

2° Deux batteries d'accumulateurs comportant chacune 12 éléments de 90 A. H. de capacité.

Nous insisterons particulièrement sur le mode de suspension de la dynamo adopté par la maison Stone, mode de suspension qui est la base même de la régulation de ce système, attendu qu'il peut être considéré comme le type le plus simple et le plus généralement adopté par les divers constructeurs.

Comme le représente le croquis figure 1, p. 314, la dynamo est suspendue librement sur un axe S qui traverse un étrier de suspension E et la partie supérieure de sa carcasse. L'étrier de suspension est

(1) Voir l'*Électricien* des 1er et 15 novembre 1921.

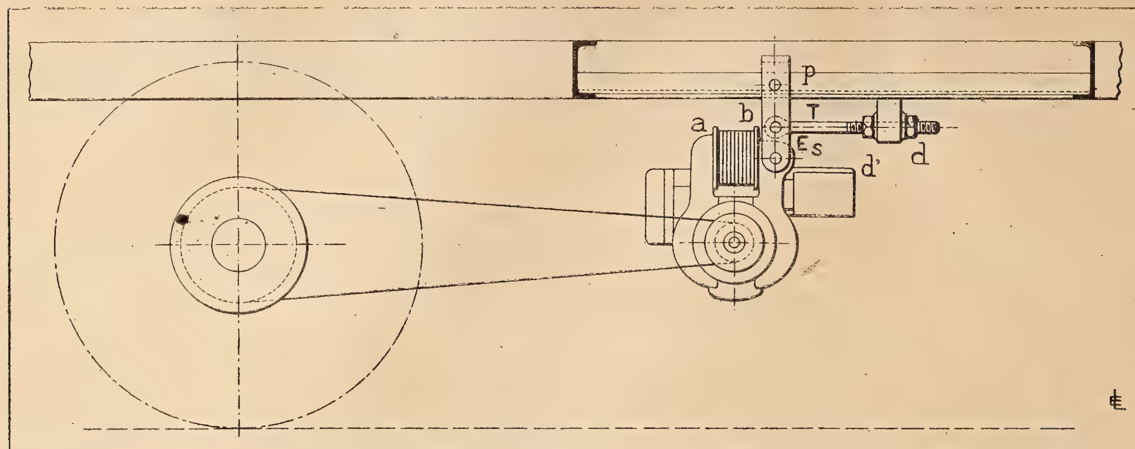


Fig. 1.

lui-même mobile sur l'axe P qui sert à le fixer au châssis de la voiture.

On voit qu'en réglant de façon convenable la longueur de la courroie, on peut déplacer de la verticale le centre de gravité de la dynamo et tendre ainsi la courroie.

Le même résultat peut être obtenu en déplaçant l'étrier mobile au moyen de la tige filetée T.

Ainsi établi, ce mode de suspension permet de faire varier l'angle α formé par la verticale et la ligne passant par le centre de gravité de la dynamo et son axe de suspension (fig. 2).

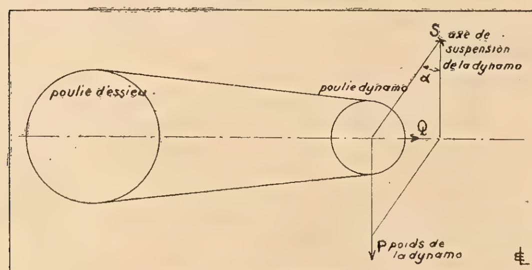


Fig. 2.

L'effort horizontal Q est fonction de l'angle ainsi obtenu et du poids P de la dynamo par la relation :

$$Q = P \operatorname{tg} \alpha$$

Cette relation n'est rigoureuse qu'à l'arrêt ; en marche le couple qui s'exerce sur la poulie ajoute son moment à celui de la force P par rapport à l'axe de suspension ou s'en retranche suivant le sens de rotation qui lui-même change avec le sens de marche.

Tout se passe donc pendant la marche comme si le poids de la machine était augmenté ou diminué.

A l'effort horizontal Q correspond une puissance maximum W utile de la dynamo qui est donnée par la formule :

$$W = \frac{Q}{2} \times V \times 9{,}81 \times R$$

dans laquelle V représente la vitesse linéaire de la courroie en mètres par seconde et R le rendement de la machine.

Comme cette puissance utile correspond à un nombre de tours invariable de la dynamo il s'ensuit que toute augmentation de vitesse du train, et par conséquent de la courroie, se traduira par un glissement de cette dernière sur la poulie.

C'est sur ce principe qu'est basée la régulation du débit de la dynamo dans le premier système Stone, et nous pouvons le caractériser par la désignation suivante : système à puissance et vitesse limitées par le poids de la dynamo et par l'angle d'inclinaison de cette dernière sur la verticale.

La dynamo Stone représentée en coupe sur la figure 3 ci-après est une machine shunt ordinaire ne comportant qu'un seul circuit magnétique inducteur, son poids est de 120 kilogs environ pour une puissance utile de 1.200 watts et de 180 kilogs pour 2.000 watts.

Dès que la vitesse est suffisante pour que la tension de 24 volts soit atteinte, c'est-à-dire à 700 tours-minute environ, un régulateur à force centrifuge réglable, actionne un commutateur inverseur C qui établit les connexions nécessaires entre la dynamo et les batteries d'accumulateurs.

Ce régulateur est fixé sur l'arbre de la dynamo, il se compose de deux masses A en bronze, montées respectivement sur deux bras articulés J.

Sous l'effet de la force centrifuge, les masses s'écartent, les bras J appuient sur un cône qui

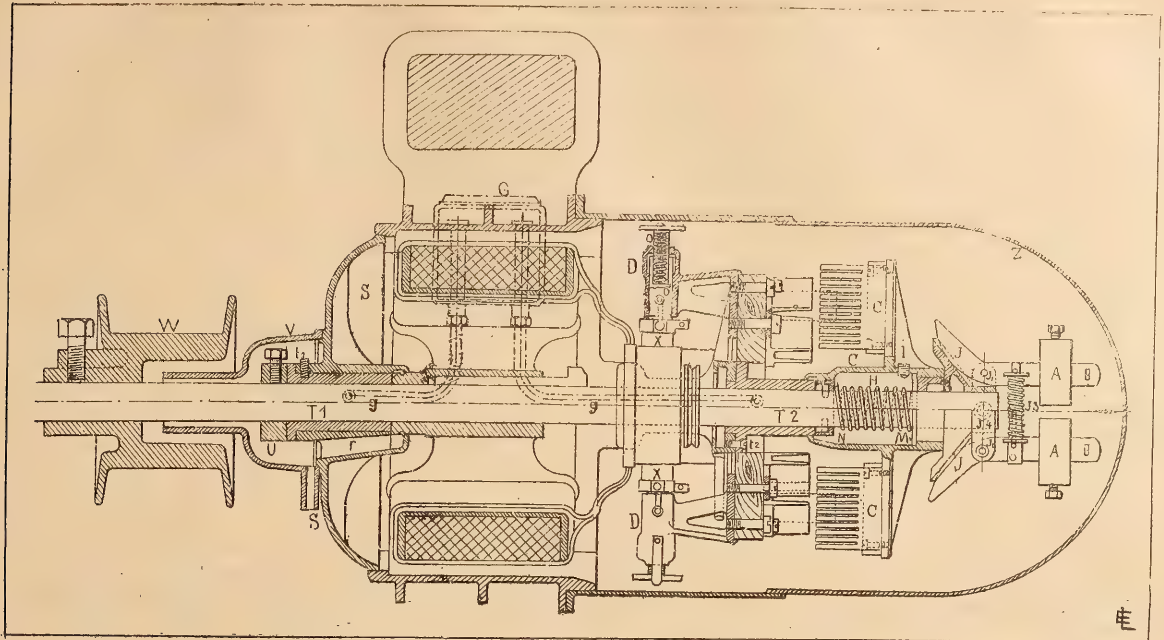


Fig. 3. — Coupe de la dynamo Stone.

pousse le commutateur inverseur C et comprime un ressort antagoniste H.

Les peignes du commutateur s'engagent dans des contacts à fourche qui sont disposés sur un plateau isolant fixe, et le couplage dynamo-batterie est ainsi obtenu.

Lorsque la vitesse diminue et que l'action du ressort antagoniste peut vaincre l'effet de la force centrifuge, le commutateur inverseur est ramené progressivement en arrière et ses peignes se dégagent des contacts fixes.

Cette manœuvre automatique et inverse de la précédente a pour résultat de séparer électriquement la dynamo de la batterie d'accumulateurs.

Ainsi que le montre le schéma des connexions figure 4, les contacts fixes du plateau sont disposées sur deux lignes décalées de 60 degrés environ.

Le commutateur inverseur est monté à frottement doux sur l'arbre de la dynamo, il est entraîné par friction et peut décrire dans les deux sens un arc de 60 degrés suivant le sens de rotation de la machine.

En disposant convenablement les contacts sur le plateau de couplage, la polarité de la dynamo aux bornes des batteries d'accumulateurs reste fixe et indépendante du sens de rotation.

Dans le mouvement latéral qui réalise le couplage dynamo batteries, le commutateur inverseur manœuvre mécaniquement un interrupteur L qui introduit en série une résistance fixe dans le circuit des lampes et un commutateur à bascule F appelé permutateur des batteries.

Pour un sens de marche déterminé, le commutateur F permet d'obtenir les conditions de fonctionnement ci-dessous :

1° La batterie 1 est mise directement en charge aux bornes de la dynamo.

2° La batterie 2 est mise directement sur le circuit d'éclairage et séparée de la batterie 1 par des résistances appropriées.

Pour le sens de marche inverse du véhicule, la batterie 2 passe en charge et la batterie 1 passe sur la ligne d'éclairage.

Nous n'entrerons pas dans de plus amples détails sur le fonctionnement de ce système qui tend à disparaître et nous nous bornerons simplement à en faire ci-dessous l'analyse.

1° Le débit maximum de la dynamo est déterminé par l'inclinaison de cette dernière sur la verticale et limité uniquement par le glissement de la courroie sur la poulie dynamo.

Ce dernier se produit dès que la vitesse du train dépasse 48 kilomètres à l'heure et il croît proportionnellement au fur et à mesure que la vitesse augmente.

2° En marche, la même quantité d'énergie est toujours empruntée à l'essieu quelles que soient les conditions d'utilisation (voiture allumée ou éteinte, batterie chargée ou déchargée).

3° La charge des batteries n'est pas limitée et ce

Fig. 4. — Schéma des connexions du système Stone.

sont ces dernières qui, dans la marche sans éclairage, absorbent l'énergie toujours empruntée à l'essieu.

4° La commande mécanique adoptée pour le couplage de la dynamo et des batteries ne tient aucun compte de leurs tensions respectives au moment du couplage.

5° La tension aux lampes varie de 24 à 31 volts, suivant l'état de charge des batteries d'accumulateurs c'est-à-dire de 30 % environ en plus de la tension normale.

SYSTÈME VICARINO

L'équipement d'éclairage électrique individuel, système C. Vicarino a été construit par la Compagnie Générale Electrique de Nancy.

Quelques applications très restreintes de ce système ont été faites en 1900 sur les voitures de la Compagnie d'Orléans et sur les voitures postales de l'Administration des Postes et Télégraphes.

Chaque équipement comprenait :

1° 1 dynamo à fermeture étanche commandée par l'essieu de la voiture au moyen d'une courroie.

Cette dynamo pouvait fournir un courant de 15 A, sous une tension variable de 32 à 42 volts.

2° Une batterie d'accumulateurs de 16 éléments de 90 A. H. de capacité.

3° 1 conjoncteur-disjoncteur automatique et un rhéostat d'excitation.

Le mode de suspension de la dynamo Vicarino est tout à fait différent de celui adopté par MM. Stone et Co, et cela tient à ce que le constructeur a cherché à éliminer autant que possible le glissement de courroie qui est la base de régulation du système Stone.

Ainsi que le représente la figure 5 ci-dessous, la dynamo Vicarino présente, venu de fonte avec sa carcasse, un bras qui est situé au-dessus de l'axe de suspension S.

Ce bras est traversé par une tige T qui comporte d'un côté un fort ressort à boudins R et de l'autre côté un filetage avec écrou et contre-écrou.

On voit que par compression du ressort R la courroie est plus ou moins tendue et que l'allongement de cette dernière est en partie compressée par la course du ressort.

Ce mode de suspension et tension de courroie est peu usité ; il ne donne pas de bons résultats en service courant et exige des réglages fréquents de la tension de courroie.

La dynamo Vicarino est bipolaire, à induit rainé et enroulement en tambour diamétral. Sa carcasse est en acier coulé en forme de boîte rectangulaire. Elle tourne à une vitesse variable suivant l'allure plus ou moins rapide du train. Son sens de rotation change suivant le sens de marche de la voiture, et elle comporte un dispositif automatique à entraînement par friction permettant d'inverser la position des balais sur le collecteur, c'est-à-dire de leur faire décrire un arc de 180 degrés pour maintenir une polarité constante aux bornes de la batterie d'accumulateurs.

Un conjoncteur-disjoncteur automatique couple la dynamo et la batterie lorsque la tension de la dynamo atteint 32 volts, en même temps, il insère une résistance fixe dans le circuit des lampes.

La particularité du système Vicarino consiste dans le moyen employé pour régler le débit de la dynamo. Les inducteurs de cette dernière comportent deux circuits distincts, l'un de gros fil dans lequel passe le courant total débité, l'autre de fil fin branché aux bornes des balais.

Les actions de ces enroulements sont opposées l'une à l'autre et proportionnellement, de façon à maintenir aux bornes de la dynamo une tension variant de 32 à 42 volts *pour un débit déterminé* et une vitesse du train comprise entre 20 et 100 kilomètres à l'heure.

Les deux enroulements sont en effet calculés de telle façon que lorsque la vitesse de la dynamo croît, la tension du courant n'augmente que légèrement. Ce résultat est obtenu par l'action du champ série inverse qui neutralise l'accroissement du champ dérivation dû à l'accroissement de la vitesse.

Un rhéostat branché en série dans le circuit d'excitation permet de faire varier seulement la valeur du champ créé par l'enroulement déri-

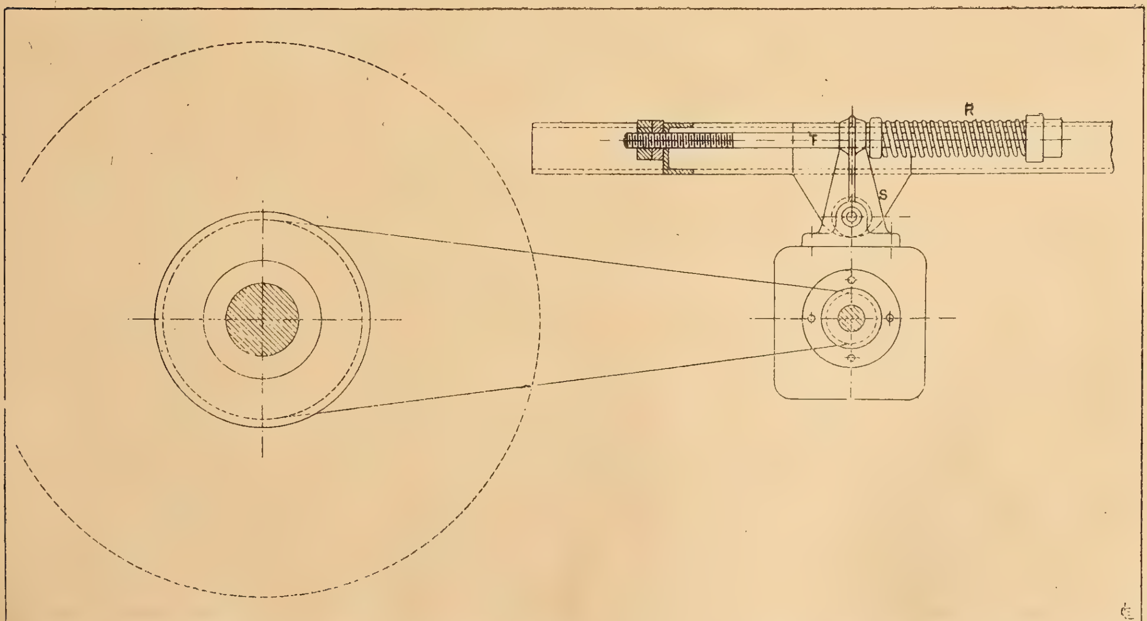


Fig. 5. — Montage de la dynamo sur le châssis, système Vicarino. Dispositif de tension de la courroie par ressort.

***

vation et par conséquent de modifier le rapport :

$$\frac{Ni \text{ dérivation.}}{Ni \text{ série inverse.}}$$

Le courant total débité par la dynamo peut donc être proportionné au débit sur l'éclairage d'une voiture déterminée. Toutefois comme ce réglage n'est pas automatique, l'interchangeabilité des équipements n'existe pas du fait que pour chaque type de voiture comportant plus ou moins de lampes il y a lieu de procéder à un réglage approprié.

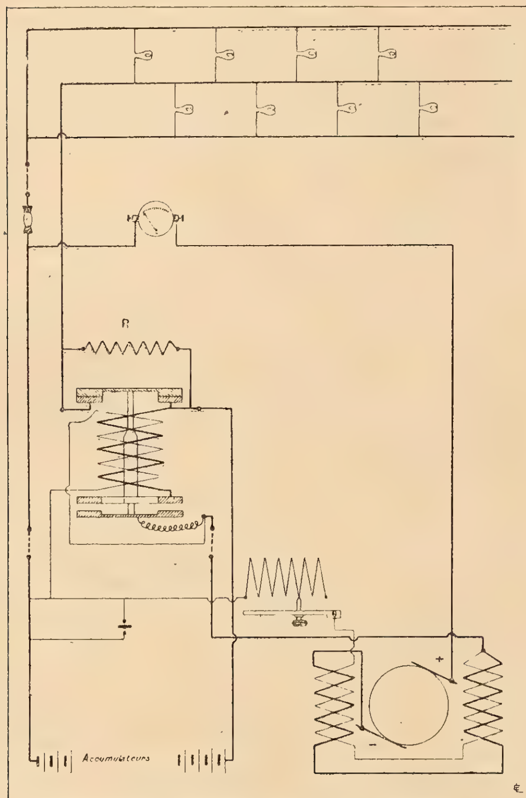


Fig. 6. — Schéma du système Vicarino.

Les caractéristiques du système Vicarino peuvent être ainsi résumées :

1° Le débit maximum de la dynamo est limité par la proportionnalité des enroulements.

2° L'état de charge des batteries n'influe que très peu sur le débit dynamo.

3° La charge des batteries n'étant pas limitée la même énergie est toujours prise à l'essieu.

4° La tension aux lampes varie suivant l'état de charge des batteries, c'est-à-dire de 30 % environ comme dans le système Stone.

SYSTÈME AICHELÉ

Le système d'éclairage Aichelé a été appliqué à 1.600 voitures des Chemins de fer fédéraux suisses.

Le schéma de cet équipement est représenté ci-contre (fig. 7).

La dynamo est à excitation shunt. L'inversion du sens du courant s'effectue automatiquement et par décalage des balais sur le collecteur pour chaque sens de rotation.

L'appareil régulateur avec son disjoncteur-conjoncteur est enfermé dans un coffre métallique hermétique qui peut être suspendu extérieurement au châssis de la voiture ou intérieurement à l'emplacement qui convient le mieux.

Le disjoncteur-conjoncteur se compose d'un électro-aimant en forme de cloche muni de deux enroulements séparés, dont l'un de fil fin est branché en dérivation aux bornes de la dynamo et l'autre de gros fil est parcouru par le courant total débité.

Lorsque le noyau du disjoncteur se trouve attiré vers le haut, il ferme le circuit de la dynamo sur la batterie au moyen de contacts convenablement disposés à la partie supérieure du noyau. Simultanément, un contact auxiliaire, fixé aussi sur le noyau, ferme par l'intermédiaire d'une pointe de contact disposée à gauche de l'électro-aimant, un deuxième circuit qui est destiné au réglage.

L'attraction du noyau a lieu à la vitesse d'environ 25 kilomètres sous l'effet de l'enroulement fil fin branché aux bornes de la dynamo. A ce moment, la tension aux bornes de cette dernière se trouve égale à celle de la batterie, mais par suite de l'augmentation de vitesse du train, un certain courant de charge s'établit. Ce courant traverse la bobine *b* et agit dans le même sens que le courant traversant la bobine *a*. Le servo-moteur R entre alors en action et il en résulte une régulation automatique de la résistance d'excitation de la dynamo, suivant le courant débité. Cette manœuvre est réalisée de la façon suivante : l'arbre du servo-moteur, qui est muni d'un pignon denté, entraîne un engrenage de plus grand diamètre auquel est fixé le levier H de la résistance d'excitation. Par la rotation du moteur, le levier est entraîné et se déplace sur les contacts auxquels sont connectées les résistances d'excitation. Les mouvements du levier sont amortis par l'effet d'un disque en aluminium relié directement à l'arbre du moteur et tournant dans le champ d'un électro-aimant.

Les enroulements inducteurs du moteur sont divisés en trois parties. Celles-ci sont représentées sur le schéma par les désignations I, II et III. Lorsque l'éclairage n'est pas utilisé, l'enroulement I, parcouru par le courant de la dynamo, et l'enroulement III excité par la tension aux bornes de la

batterie, agissent ensemble. Si, au contraire, quelques lampes sont mises en circuit, l'enroulement II qui est parcouru par le courant d'éclairage, entre en action en lieu et place de l'enroulement III et agit donc simultanément avec l'enroulement I. Sous l'action de l'enroulement I, le levier H agit dans le sens de l'accroissement de la résistance d'excitation tandis que, sous l'action des enroulements II ou III le levier agit dans le sens d'une diminution de cette résistance. Dans le cas de marche avec ou sans éclairage, la position du levier H est donc déterminée par l'effet contraire de deux enroulements inducteurs agissant sur le servo-moteur et de de façon telle qu'à vitesse croissante de la dynamo l'excitation s'affaiblit dès que l'action de l'enroulement I (parcouru par le courant de la dynamo) devient prépondérante.

Au fur et à mesure que la vitesse du train croît, le levier H se déplace donc sur les contacts des résistances d'excitation E jusqu'à ce que l'action de la bobine I contrebalance l'effet des enroulements II ou III, ce qui a pour résultat l'arrêt du moteur; cet équilibre vient-il à être rompu par suite d'une variation sensible de la vitesse du train, aussitôt le champ prépondérant de l'un ou de l'autre de ces enroulements agit sur le moteur qui se met à tourner dans le sens convenable. Etant donné que le moteur tourne dans un sens contraire lorsque l'effet des enroulements II ou III est prépondérant, il s'ensuit que dans ce cas, le levier H se déplace dans le sens du renforcement de l'excitation de la dynamo jusqu'à ce que le courant de charge, traversant la bobine I, permettre le rétablissement de l'équilibre entre cette bobine et celles qui lui sont opposées.

On obtient, dans ces conditions, le réglage du débit de la dynamo et, par conséquent, une charge de la batterie à intensité constante, à toutes les vitesses du train, par suite de l'équilibre qui doit exister entre l'effet de la bobine I, traversée par le courant de charge, et celui des bobines II ou III. Dans le premier cas, c'est-à-dire lorsque l'enroulement III est alimenté par la tension aux bornes de la batterie, on obtient le réglage à intensité constante; dans le deuxième cas, lorsque la bobine II est parcourue par le courant des lampes, on obtient une régulation automatique du courant de charge suivant l'intensité d'éclairage. Le courant de charge est réglé d'autre part au moyen d'une résistance montée en parallèle avec l'enroulement II et dont la valeur augmente ou diminue suivant la position du levier H. A cet effet, des contacts sont branchés aux bornes de la résistance W, de telle façon qu'à la mise en marche et à l'arrêt, le levier H provoque une augmentation ou une diminution de cette résistance.

Les électro-aimants F et T, qui permettent de mettre partiellement ou entièrement hors circuit les enroulements II et III remplissent également un même rôle et modifient la mise au point de l'appareil de façon à réduire partiellement ou totalement le courant de charge.

Sur le bâti du régulateur se trouve fixé un fusible qui protège le circuit principal et le circuit d'excitation de la dynamo.

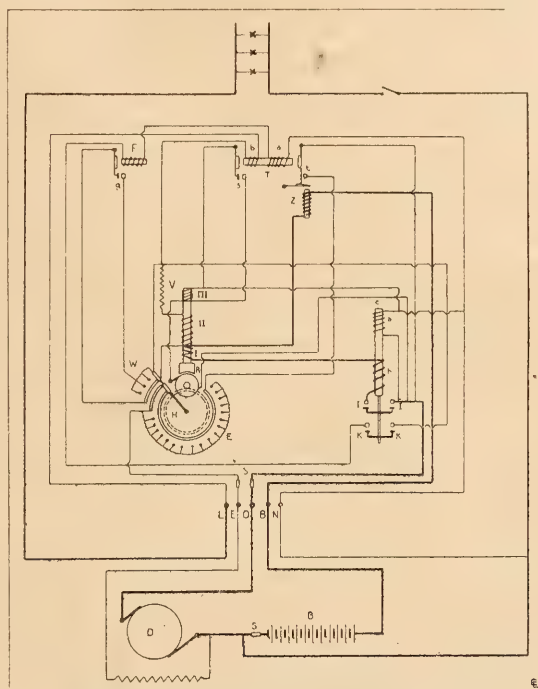


Fig. 7. — Schéma du système Aichelé.

Il arrive fréquemment, dans les trains rapides, qui font de très grands parcours sans arrêt que la batterie arrive à sa charge maximum. Dans ce cas, et sous l'influence de la tension croissante aux bornes de la batterie, l'électro-aimant F attire son armature et remet en circuit, par le contact auxiliaire *g*, une portion de la résistance W qui est branchée en parallèle avec la bobine II. Par suite de cet enclenchement, une partie seulement du courant d'éclairage traverse la bobine II, de sorte qu'il suffit d'un courant de charge égal à celui d'éclairage au travers de la bobine I pour contrebalancer l'effet magnétisant de la bobine II. Le levier H se déplace donc légèrement et prend une position correspondant au courant ainsi réglé.

Enfin, par la bobine I, ne passe plus que le courant nécessaire à l'alimentation des lampes; de ce fait, la batterie ne reçoit plus aucun courant de charge et la tension à ses bornes s'abaisse.

Si à la suite de fréquents arrêts, la tension de la batterie s'abaisse encore, l'électro-aimant F lâche son armature ouvrant ainsi en *g* le circuit de la résistance W, de façon telle, qu'au prochain démarrage, la charge de la batterie recommence, suivant le nombre de lampes et la valeur de la résistance insérée dans le circuit lumière.

Un dispositif de protection empêche qu'en cas d'avarie du système de réglage ou, par exemple, en cas de rupture du circuit de batterie, la tension aux bornes des lampes ne s'élève à une valeur excessive. A cet effet, l'électro-aimant T possède une deuxième armature mobile dont le ressort de rappel est tendu de façon telle qu'en cas de surtension la bobine *a*, agissant simultanément avec la bobine *b*, provoquent, en T, la rupture du circuit d'excitation de la machine. Cette rupture est maintenue par un cliquet d'arrêt jusqu'à ce que le circuit de la batterie ait été rétabli ; dans ce cas, le circuit des lampes étant à nouveau alimenté par la batterie, l'électro-aimant Z dégage le cliquet d'arrêt et le circuit d'excitation est rétabli.

De la description ci-dessus, il ressort que le système Aichelé présentait de sérieux avantages sur les systèmes Stone et Vicarino.

La régulation est en effet fonction de trois variables :

1° La tension ;

2° La charge de batterie ;

3° Le courant absorbé par les lampes.

En outre, le dispositif de protection qui coupe l'excitation de la dynamo lorsque cette dernière tourne à vide et que la tension s'élève à une valeur dangereuse empêche que les enroulements ne soient détruits par surtension.

Nous ajouterons enfin que parmi les plus anciens équipements il est un des rares possédant un limiteur de charge de batterie.

M. BOUGRIER.

(A suivre.)

APPAREILLAGE ET ESSAIS

Installation de fortune d'un poste d'essais.

Cet exemple d'installation, à peu près sans dépense, d'une plateforme suffisante pour les essais industriels, montre le parti qu'un praticien ingénieux peut retirer de matériel de peu de valeur.

Dans les ateliers de constructions électriques, le « cœur » de l'usine est, plus encore que le bureau d'études, la plate-forme d'essais. C'est là, en effet, que, non seulement sont vérifiées et réglées les machines dont la fabrication courante laisse peu d'aléas quant au bon fonctionnement, mais aussi, c'est là que sont déterminées les bases qui serviront au service études pour l'établissement de nouveau matériel ou le perfectionnement des types déjà existants.

De plus en plus, cette importance des plates-formes et laboratoires d'essais est admise et les chefs d'usine accordent à ce service les moyens variés et puissants qui permettent l'essai complet et précis de leur production. La plate-forme d'un grand atelier de construction est une véritable usine dans l'usine.

Mais le petit fabricant, le réparateur, ne peuvent se permettre l'organisation coûteuse d'un poste d'essais important. Même en ne s'occupant que de faibles puissances, chaque appareil à essayer à ses caractéristiques propres en nature du courant tension, fréquence, etc., qu'il est nécessaire d'obtenir facilement, tout au moins dans les limites courantes. Cela n'est pas sans laisser souvent quelques difficultés.

Aussi, il nous paraît intéressant de décrire une installation de fortune faite dans une usine d'appareillage pour aider le poste d'essais principal.

Le poste à créer devait pouvoir donner les tensions courantes en continu et alternatif, soit, jusqu'à 450 volts en continu, 300 volts en alternatif et les fréquences de 25 à 50 périodes. De plus, il fallait prévoir une tension de 1.500 volts pour essais d'isolement et un transformateur d'intensité pouvant donner 500 à 600 ampères pour essais d'échauffement et réglage des disjoncteurs. Au delà de ces limites, et pour les essais de puissance, il était entendu qu'on aurait recours au poste principal.

Le courant de la station de force de l'usine étant du continu 110 volts, il fallait donc réaliser un groupe moteur-générateur comportant :

Un moteur, courant continu 110 volts, à vitesse variable ;

Une génératrice donnant en continu et alternatif les tensions précisées plus haut.

Il fallait trouver ces machines parmi le matériel existant dans l'usine. On se procura facilement un

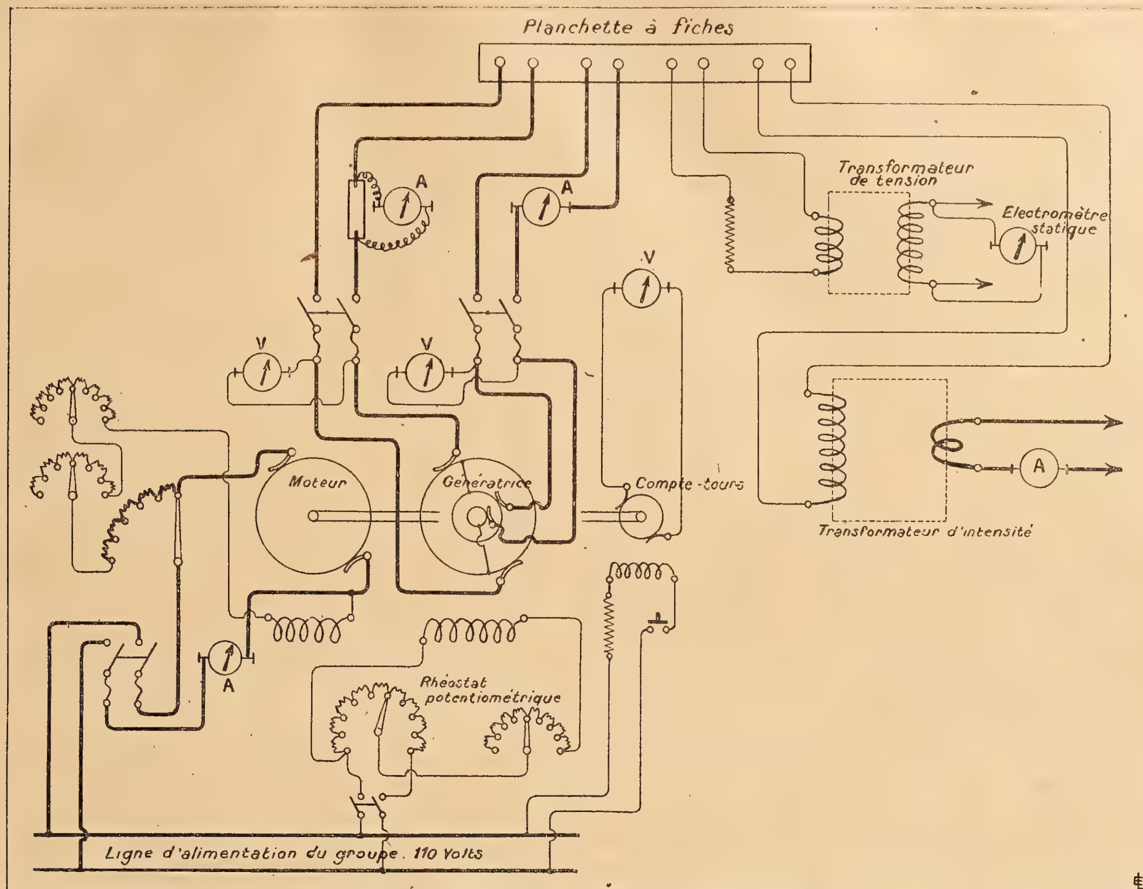


Fig. 1. — Schéma général du groupe d'essais.

moteur, mais on ne trouva pas de génératrice pouvant être utilisée dans des limites aussi larges que celles imposées. Les machines modernes, en effet, travaillent presque à la limite des caractéristiques portées sur leur plaque.

On chercha alors à se procurer une machine d'un vieux modèle, type Gramme ou Edison, pour les raisons suivantes : ces machines sont très peu poussées, construites pour de faibles tensions (généralement 110) et faible vitesse (2.000 tours maximum) ; elles sont bipolaires. Leur carcasse magnétique, très volumineuse, travaille à faible induction. On envisageait donc la possibilité d'obtenir la tension imposée de 450 volts continu, en mettant les inducteurs à pleine excitation, et, poussant la vitesse à 3.000 tours, nécessaire d'autre part pour obtenir la fréquence 50 périodes.

On trouva une vieille dynamo Gramme qui, effectivement, fit parfaitement l'affaire. Deux bagues en bout d'arbre en firent une génératrice mixte, continu et monophasé. Un solide frettage et un équilibrage de l'induit permirent de la pousser sans danger à 3.000 tours.

Les caractéristiques des machines étaient les suivantes :

Moteur : Courant continu 110 volts, 1.900 tours-minute, 5 HP.

Dynamo : Courant continu 110 volts, 1.700 tours-minute, 60 ampères.

Les caractéristiques du groupe sont maintenant :

Moteur : Vitesse variable de 1.500 à 1.900 tours par réglage sur l'induit. De 1.900 à 3.000 tours par réglage sur le champ.

Dynamo : tensions obtenues : 440 volts courant continu ; 300 volts courant monophasé 50 périodes.

Excitation indépendante montée en potentiomètre, pour l'obtention de tous les voltages à partir de zéro. Cette disposition évite l'emploi de rhéostat d'absorption pour certains réglages de la charge (mesures de résistances, par exemple). Elle devrait permettre également, à première vue, de prendre

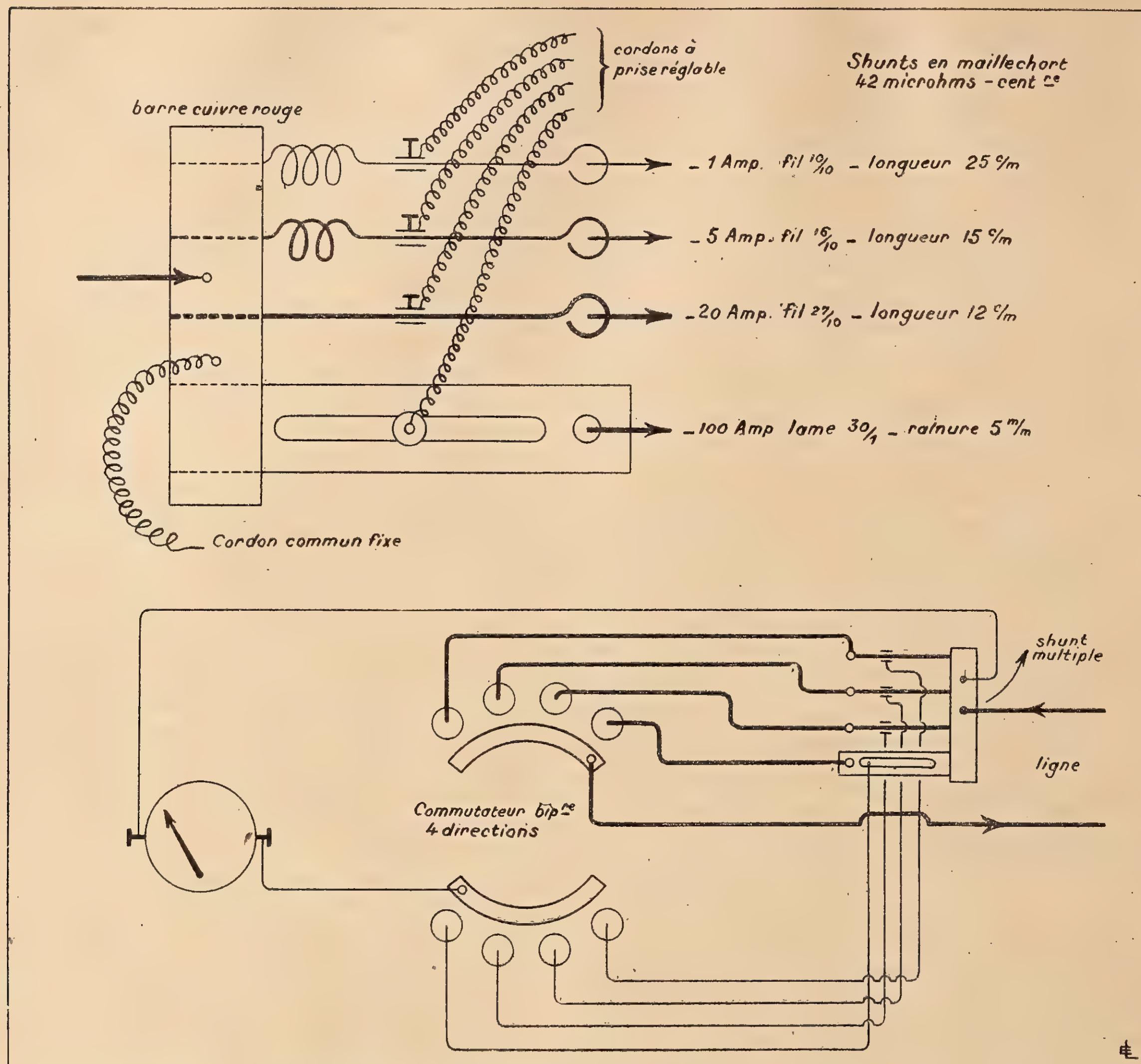


Fig. 2 — Ampèremètre à cadre mobile à quatre sensibilités.

sur la machine une intensité momentanée égale à plusieurs fois l'intensité de régime en travaillant avec quelques volts sur un court-circuit (réglage de disjoncteurs à maxima, par exemple). Cela serait très intéressant, en raison de la faible puissance dépensée. Mais, la mauvaise commutation générale dans ces vieilles machines ne permet pas de les faire travailler dans cette circonstance défavorable d'un faible champ inducteur avec grande distorsion.

Les deux rhéostats de champ, moteur et génératrice, sont doublés d'un rhéostat Vernier, dont la résistance totale est égale à celle d'un inter-plot du rhéostat principal. Cela permet d'effectuer un réglage précis de la vitesse et de la tension.

Le schéma général de montage est donné par la figure 1.

ACCESSOIRES DE L'INSTALLATION

1° *Appareils de mesure.*

Ces appareils ont été pris parmi les inutilisés en magasin. Il fallait réaliser deux ampèremètres à sensibilité multiple, pour la mesure des intensités débitées, en continu et alternatif.

Pour le *continu* on a choisi un appareil à aimant. Il fallait faire des shunts correspondant aux sensibilités 1-5-20-100 ampères, reconnues les plus pratiques.

Ces shunts ont été établis très facilement, après

vérification de la tension de déviation totale du cadre (0,1 volt), dont la connaissance était nécessaire pour déterminer la longueur de résistance à employer. Le réglage a été effectué sur la base d'un bon ampèremètre pris comme étalon. Le croquis (fig. 2) indique suffisamment la construction simple de ce shunt multiple, et le réglage facile obtenu par la prise mobile d'un des cordons.

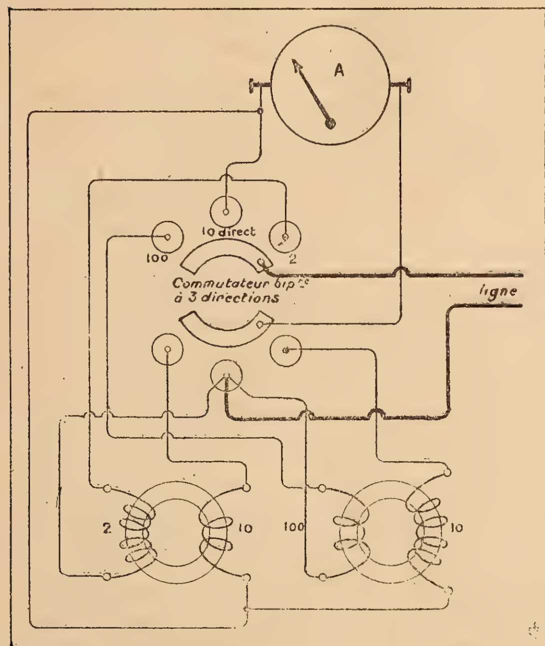


Fig. 3. — Montage de l'ampèremètre alternatif à trois sensibilités (2-10-100).

Pour l'*alternatif*, les trois sensibilités, 2-10 et 100 ampères ont été obtenues, l'une directe (10 ampères) et les deux autres par transformateur d'intensité ; l'appareil, un électro-magnétique amorti, a été choisi du calibre 10 ampères pour qu'il puisse aller avec des transformateurs I_3 de Chauvin et Arnoux, donnant 10 ampères au secondaire. Le bobinage de ces transformateurs a naturellement été modifié pour la circonstance. (Voir schéma des connexions, fig. 3).

2° *Compte-tours.*

Un petit moteur de ventilateur a été monté en bout d'arbre. Excité sous tension constante (110 volts), les indications du voltmètre branché aux bornes de l'induit sont proportionnelles à la vitesse. Une graduation en tours-minute a été faite sur le cadran.

Pour éviter toute erreur résultant de l'échauffement des bobines inductrices, le courant d'excitation est établi à l'aide d'un bouton poussoir. Cela évite une mise sous tension trop prolongée.

3° *Transformateur de tension, pour vérification d'isolement.*

Etabli pour le rapport de transformation 50-1.500 volts, sa construction ne présente aucune difficulté spéciale. A noter simplement qu'il doit fonctionner avec une résistance en série avec le primaire, pour éviter toute détérioration lors d'un claquage d'isolant.

La connaissance du rapport de transformation permet d'éviter un voltmètre de mesure. Cependant, il est intéressant d'avoir un électromètre statique, qui permet d'apprécier plus exactement la valeur diélectrique d'un isolant, dans le cas de pertes par effluvage.

4° *Transformateur d'intensité.*

Ce transformateur est également de construction facile. Il peut être établi pour donner 6 à 8 volts au secondaire avec 150 volts au primaire.

Le poste ainsi installé rend tous les services qu'on attendait de lui. Il permet la plupart des essais relatifs à une fabrication d'appareillage électrique. Réalisé entièrement avec du matériel pris dans l'usine et adapté à cet usage spécial, il peut servir d'exemple pour l'installation peu onéreuse de cet organe si important qu'est un poste d'essai.

M. BIZOT.

Imperméabilisation des tissus par électrolyse.

Un procédé d'imperméabilisation électrolytique des tissus imaginé et essayé depuis plusieurs années par M. Tate, vient d'entrer dans la pratique industrielle, et une usine montée à Cranston (Etats-Unis) va traiter annuellement 30 millions de mètres de tissus.

La base de ce procédé est l'électrolyse des tissus, imprégnés d'oléate de sodium, en présence d'alun. Le courant électrique favorise la réaction qui donne un dépôt d'oléate d'alumine, insoluble dans l'eau et les solvants utilisés pour les nettoyages. Par suite du phénomène d'osmose qui accompagne l'électrolyse, ce sel protecteur pénètre beaucoup plus profondément dans le tissu que par un simple traitement chimique.

L'imperméabilisation est réalisée par le passage, à une vitesse de 25 mètres à la minute, du tissu entre des électrodes plates, la cathode étant formée de barres de graphite et l'électrode positive d'une plaque en aluminium, entourée de laine. Le courant absorbé par cette machine à imperméabiliser est de 50 à 60 ampères, pour les tissus de largeur usuelle, 1 m. 50 ou 1 m. 80. Ces tissus traités électriquement subissent mieux la teinture, et leurs qualités de durabilité sont augmentées.

F. D.

EXTRAITS — COMPTE RENDU

Transmission en courant continu par les tubes à vide.

L'ère du courant continu va-t-elle revenir ? Telle est la question posée par *Scientific American* et dont nous allons résumer les éléments.

Avant la découverte par Tesla du moteur d'induction, le courant continu triomphait. On peut se demander maintenant, après avoir assisté pendant longtemps au règne du courant alternatif, si le courant continu ne va pas reprendre sa place. En d'autres termes, certaines difficultés mécaniques empêchaient l'emploi du courant continu là où on en aurait eu le plus besoin; l'application du tube à vide va-t-elle triompher de ces difficultés ?

Pour certaines applications, le moteur à courant continu est idéal à tous les points de vue. Dans les aciéries, il est le plus efficace pour les laminoirs où des changements de vitesse continuels sont nécessaires. Bien entendu, on peut employer des moteurs à courant alternatif, — et on les emploie, — mais leur usage est défavorisé par une perte considérable d'énergie ou par la complication de plusieurs machines successives pour chaque moteur. Le moteur d'induction est efficace à certaines vitesses, mais toute diminution de vitesse au delà de limites déterminées amène une grande perte de puissance.

De même, bien que le courant alternatif soit employé dans la traction, le courant continu est préférable pour cet usage. Le courant continu déjà utilisé à 3.000 volts, sur le Chicago-Milwaukee, pour la marche de ses locomotives, est adopté en principe pour les réseaux français, à 3.000 ou 1.500 volts. L'installation à courant continu est de beaucoup la plus efficace quand on désire des variations de vitesse très grandes. Au point de vue mécanique ainsi qu'au point de vue économique, l'emploi de courant continu pour la traction est fortement à recommander.

En électrochimie l'usage du courant continu est une nécessité. Mais alors on peut se demander : si le courant continu est préférable, pourquoi ne pas l'engendrer et l'utiliser ? C'est que malheureusement le courant continu ne peut pas être transmis sur de grandes distances à de bas voltages sans pertes énormes. La tension du courant alternatif peut être élevée au contraire à n'importe quelle valeur par l'emploi de transformateurs. Puisqu'il faut de hautes tensions pour surmonter la résistance offerte par les longues lignes de transmission, on emploie tout naturellement du courant alternatif. En fait, les lignes de transmission actuelles atteignent des tensions voisines de 200.000 volts. Le courant continu, de par sa nature, ne peut pas être transformé et certaines difficultés mécaniques empêchent la génération du courant continu à haute tension. La ligne de 3.000 volts de la Chicago-Milwaukee et Saint-Paul est la ligne à plus haute tension continue qui soit actuellement.

Mais la transmission par courant alternatif est loin d'être idéale. L'effet inductif des lignes à haute tension alternative est extrêmement gênante dans beaucoup de cas. Non seulement il entraîne des pertes d'énergie, mais il amène aussi des troubles dans les lignes de force, télégraphiques ou téléphoniques voisines. De nouvelles pertes sont dues à l'effet de peau qui ajoute à la résistance ohmique du câble. Les effets « de capacité » des lignes de transmission à haute tension alternative causent également des fluctuations dans la tension.

Bien qu'aucune des pertes ou qu'aucun des désavantages mentionnés ci-dessous ne se produise avec la transmission par courant continu, la tension de transmission limite est fixée par la tension maximum que peuvent supporter les différents dispositifs utilisateurs tels que moteurs, lampes...

Au cours de ces dernières années de grands progrès ont été faits dans les tubes à vide, et c'est grâce à ces tubes que l'on peut espérer voir utiliser plus largement le courant continu. Le kénotron de la General Electric Co. est un dispositif merveilleux grâce auquel on peut redresser un courant alternatif et le transformer ainsi en courant continu. Les tubes peuvent être des oscillateurs ou des redresseurs. Au début on construisait des tubes qui ne pouvaient supporter que quelques milliampères de courant. Actuellement, on construit des tubes qui peuvent supporter plusieurs ampères, et avant longtemps ils supporteront des courants mesurés en kiloampères.

Le rendement du tube à vide est faible quand il fonctionne sur de basses tensions, mais ce rendement augmente rapidement avec la tension, et il n'y a pas de raison pour que les tubes n'atteignent pas un rendement de 99%.

Sera-t-il jamais possible d'installer une batterie de tubes à vide sur une locomotive et de faire fonc-

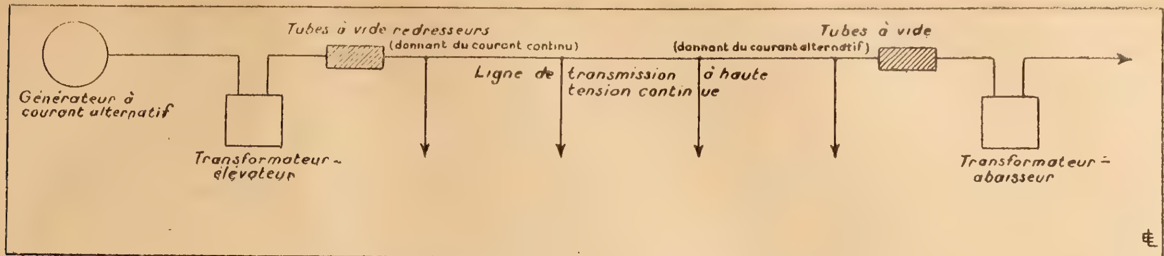


Fig. 1. — Schéma de transmission de courant avec tubes à vide.

tionner les moteurs avec du courant continu fourni par une ligne haute tension à courant alternatif, ou par une ligne haute tension à courant continu ? C'est là une question qui intéresse vivement les ingénieurs et l'on discute beaucoup à ce sujet. S'il en était ainsi, une locomotive électrique pourrait posséder tous les avantages offerts par la locomotion à courant continu, et cela per l'intermédiaire d'une ligne à courant alternatif. La ligne à courant alternatif n'est d'ailleurs pas si désirable que cela, à cause des perturbations qu'elle cause sur les lignes téléphoniques ; elle doit en outre être monophasée, ce qui n'est pas aussi économique que du triphasé.

La sous-station offre un autre champ possible à l'application du tube à vide redresseur qui remplacera les convertisseurs synchrones coûteux et encombrants. Une petite batterie de tubes à forte intensité montés sur un support remplacera ces grosses machines, tout en exigeant moins de soins.

L'emploi des tubes à vide en électrochimie est également possible. Cependant, des conditions spéciales existent dans ce domaine, et les tubes actuels ne pourraient pas être utilisés pour ce genre de travail, puisque ce sont essentiellement des appareils à haute tension, et que l'électrochimie demande de basses tensions. Les tubes construits actuellement peuvent être employés avec ces basses tensions, mais leur rendement tombe rapidement. Il est possible, d'ailleurs, que l'on construise bientôt un tube à basse tension pour cette application spéciale. Ce sera peut-être un tube à vapeur, et non plus un tube à vide.

La transmission par courant continu à haute tension est en tout cas l'application la plus immédiate et la plus intéressante du tube à vide. L'emploi d'un tube à rendement élevé apporterait une forte économie dans les pertes de lignes.

Pour terminer, citons les paroles de W. Hull : « Dans vingt ans d'ici, on verra des lignes de transmission à courant continu alimentées, grâce à des transformateurs et à des kénotrons, par des alternateurs de n'importe quelle fréquence branchés en des points convenables ». Verrons-nous des sous-stations ne contenant que des transformateurs et une rangée de tubes à vide ?

M. G.

Un nouvel instrument de mesures des fréquences.

++

Principe.

Le principe de l'appareil construit par la British Thomson-Houston est décrit comme suit dans *Electrician* :

Une expérience bien connue consiste à placer un anneau métallique A autour d'un noyau de fer feuilleté B aimanté par un courant alternatif dans la bobine D (fig. 1). Quand on fait passer le courant, l'anneau est repoussé par la bobine et est projeté hors du noyau. On emploie généralement un anneau plein pour cette expérience, mais une bobine à plusieurs tours court-circuitée est repoussée de la même façon. On explique la force répulsive ainsi créée par le fait que, par suite de la self induction de la bobine, le courant qui y circule est décalé de près de 180 degrés sur le flux. Si l'on inverse la phase du courant induit, c'est-à-dire si on le fait tourner de 180 degrés par rapport au flux, la force sera inversée et la bobine sera attirée sur le noyau. On peut obtenir ce résultat en connectant un condensateur à travers la bobine. La valeur de la capacité C ne doit pas être trop grande ; elle doit être inférieure à la valeur de résonnance $\frac{\omega^2 L}{1}$ (où $\omega = 2\pi f$ et L = self de la bobine), de façon à produire un décalage de phase et une force attractive.

Supposons maintenant qu'avec la bobine près de l'extrémité du noyau, la capacité soit légèrement inférieure à la valeur de résonnance (fig. 2). La bobine, si elle repose librement, sera alors attirée le long du noyau dans le sens de la flèche. Mais en se déplaçant, sa self effective augmente et en un certain point la condition de résonnance se réalise, c'est-à-dire que $\omega^2 L\ C = 1$. Dans cette position la force moyenne s'annule, puisque la phase du courant est maintenant en quadrature avec le flux. Un nouveau déplacement produirait une force répulsive de sorte que la bobine demeure en équilibre stable à la position de résonnance. On remarquera que la bobine s'est déplacée de façon à « accorder » son circuit sur celui du primaire. Elle forme donc

un système qui établit la relation de quadrature entre le courant et le flux, dès que cette relation est détruite.

La bobine étant dans cette position d'équilibre, considérons l'effet des variations de fréquence sur elle. Un accroissement de fréquence entraîne un nouvel accord et la bobine s'éloigne du primaire de façon à réduire sa self de la quantité nécessaire et à retrouver la position de résonnance. Une diminution de fréquence a l'effet opposé et la bobine se rapproche de son primaire. D'autre part un changement de l'intensité du flux ne produit aucun déplacement, mais augmente simplement la stabilité de la bobine mobile.

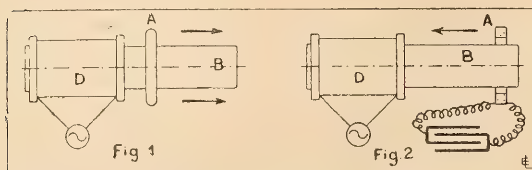


Fig. 1-2. — Principe et réalisation du fréquencemètre B. T. H.

On voit que pour une self et une capacité constantes, la position de la bobine ne dépend que de la fréquence. Le dispositif est donc indiqué pour mesurer les fréquences. Il suffit de faire pivoter librement la bobine, de l'équilibrer, d'avoir une échelle et de la graduer en périodes par seconde.

La distance entre deux divisions de l'échelle correspond à un certain changement de self effective quand la bobine se déplace d'une position à l'autre. Plus la variation de self avec la position est rapide, plus les graduations de l'échelle seront rapprochées. Pour les séparer davantage il suffit de placer en série une self extérieure constante, car on diminue ainsi la vitesse de variation de la self totale du circuit de la bobine mobile. On peut ainsi obtenir facilement un instrument où 1 période par seconde est représentée par 5 centimètres d'échelle, ce qui permet de lire exactement la fréquence à une distance considérable.

Erreurs de l'instrument.

Il n'y a pas d'erreur appréciable de l'instrument due à la variation du voltage d'alimentation. Le couple stabilisateur devient faible naturellement aux voltages très inférieurs ou voltage normal, et aux voltages de beaucoup supérieurs à ce voltage normal au voisinage de la saturation; un changement dans la distribution du flux peut introduire des erreurs. Cependant une variation de voltage dans le rapport de 1 à 3 n'affecte pas sensiblement les lectures.

La variation de résistance du circuit de la bobine mobile ne produit pas de changement de lecture. Ceci résulte de ce qu'une telle variation ne change pas la phase du courant de la bobine mobile. L'instrument est donc indépendant des changements de résistance dus aux variations de température.

L'effet des harmoniques de la force électromotrice appliquée peut être réduit à une très faible valeur si la résistance des deux bobines est suffisamment faible.

Des essais ont été faits en introduisant dans le circuit, au moyen d'un alternateur auxiliaire, des harmoniques variables. Un harmonique tierce ayant 43 % de l'amplitude de la fondamentale n'a produit qu'une erreur d'un quart de période sur cinquante. Un harmonique ayant cinq fois la fréquence fondamentale et une amplitude de 43 % a donné une erreur encore plus petite. De telles valeurs d'harmoniques ne se rencontrent pas dans la pratique.

Emploi pour d'autres mesures.

D'après ce que nous avons vu, il est facile d'employer l'instrument pour d'autres mesures que les fréquences. On peut aussi l'employer pour mesurer des capacités et des selfs.

Pour mesurer des capacités, on connecte une capacité permanente à la bobine mobile, la valeur de cette capacité étant telle que l'aiguille demeure au zéro à la fréquence normale. L'instrument est ensuite étalonné en connectant des capacités connues aux bornes de la bobine mobile et en faisant les lectures. On peut aussi l'étalonner en appliquant des fréquences connues et en calculant les valeurs correspondantes de la capacité. Ceci peut être fait rapidement en remarquant que la fréquence est proportionnelle à la racine carrée de la capacité. Par exemple le changement de graduation produit en augmentant la fréquence de 50 à 60 périodes, peut également être obtenu en augmentant la capacité dans le rapport $\frac{(60)^2}{(50)^2}$

Pour mesurer les selfs, on connecte un condensateur dit de contrôle de façon à stabiliser l'aiguille à la graduation voulue. Toute self introduite en série dans le circuit est immédiatement compensée par une réduction égale de la self quand la bobine mobile s'accorde de nouveau, et il suffit de lire la variation de self sur l'échelle des graduations.

M. G.



Informations.

Autorisations. — Concessions.

Ardennes. — La Société Sucrière de Saint-Germainmont a sollicité une permission de voirie pour l'établissement de deux lignes particulières d'énergie électrique de deuxième catégorie (5.000 volts) destinées à relier la Sucrerie de Saint-Germainmont : l'une aux fermes du Tremblot et de Roberchamp et l'autre à la station de déchargement que possède ladite Société sur le canal latéral à l'Aisne.

Bouches-du-Rhône, Basses-Alpes et Vaucluse. — Sur l'engagement pris par la Société « Energie électrique du littoral méditerranéen » de déposer dans le délai d'un an une demande de concession d'Etat comprenant tout le réseau qu'elle exploite actuellement sous le régime des permissions de voirie, cette Société a été autorisée, à titre provisoire, à procéder aux travaux d'établissement d'une ligne d'énergie allant de Sainte-Tulle à Gardanne avec prolongement éventuel sur la Gavotte.

Cette Société a sollicité en mai dernier, les travaux de la ligne étant maintenant terminés, l'autorisation de mettre ladite ligne sous tension.

Une autorisation provisoire de circulation de courant a été accordée à cette Société.

Charente-Inférieure. — La Société des Forces motrices de la Vienne a présenté une demande de concession par l'Etat d'une distribution d'énergie électrique aux services publics sur le parcours de Saintes à Mortagne.

Cette ligne traversera les communes suivantes : Saintes, Les Gonds, Thénac, Charmignac, Rioux, Saint-André-de-Lidon, Cravans, Virollet, Boutenac, Brie et Mortagne.

Drôme. — Une conférence a été tenue, par application des instructions ministérielles du 15 juillet 1920, entre les Ingénieurs en chef du contrôle des distributions d'énergie électrique et du Génie rural en vue de l'établissement d'une distribution d'énergie électrique dans la commune de Mercurol.

Eure-et-Loir. — Le Comité du syndicat électrique intercommunal d'Auneau-Maintenon et Nogent-le-Roi, constitué par arrêté préfectoral du 5 décembre 1921 a demandé l'autorisation de construire et exploiter en régie un réseau syndical de distribution d'énergie électrique s'étendant sur les communes ci-après désignées :

Ardelu, Aunay-sur-Auneau, Béville-le-Comte, Champseru, La Chapelle d'Aunainville, Denonville, Francourville, Garancières-en-Beauce, Gué de Longroi, Houville, Levainville, Maisons, Moinville-la-Jeulin, Morainville, Oinville-sous-Auneau, Orlu, Roinville, Saint-Léger-des-Aubes, Sainville, Santeuil, Umpeau, Villiers-le-Morhier, Vierville, Voise, Armenonville-les-Gatineaux, Bailleau-sur-Gallardon, Bouglainval, Chartainvilliers, Ecrosnes, Gas, Hanches, Houx, Montlouet, Soulaires, Yermenonville, Ymeray, Saint-Martin-de-Nigelles, Villiers-le-Morhier.

— Une décision récente vient d'autoriser le préfet d'Eure-et-Loir à signer, sous réserve de quelques modifications, l'arrêté d'autorisation d'exploitation en régie par le syndicat intercommunal des pays chartrains, d'un réseau de distribution d'énergie électrique s'étendant sur le territoire de 52 communes d'Eure-et-Loir.

Cette autorisation est donnée en conformité des dispositions du décret du 8 octobre 1917 et suivant les prescriptions du cahier des charges annexé.

Finistère et Morbihan. — MM. Le Corre, Bouché et Bréban ont demandé la concession d'un réseau de transport et de distribution d'énergie électrique s'étendant sur les départements du Finistère et du Morbihan en empruntant les communes de :

Querrien, Locundé, Guilligomarch, Frémevin, Baye, Riec-sur-Bélin, Frégune, Lanniec, dans le département du Finistère; Larnénegen, Meslan, Berné, Cléguen, Kervignac, Bradorion, Languidic, Lardevant, Landant, Locval-Mendon, Brech dans le département du Morbihan, pour tous usages.

Dans les communes de :

Pont-Aven, Quimperlé, Nizon, Beuzec, Conq, Concarneau dans le département du Finistère.

Le Faouët, Plouay, Auray dans le département du Morbihan pour tous usages autres que l'éclairage public ou privé

Isère. — Les Etablissements Bouchayer et Viallet ont présenté une demande tendant à obtenir l'autorisation d'établir sous le régime des permissions de voirie une ligne de transport d'énergie électrique à 26.000 volts du Pont-de-Claix (Isère) à Grenoble.

Les communes traversées sont les suivantes : Pont-de-Claix, Echirolles et Grenoble dans le département de l'Isère.

Orne. — La Société de distribution d'électricité de l'Ouest, qui a présenté, en octobre 1921, une demande de concession d'Etat pour une distribution d'énergie aux services publics (secteurs d'Aube, de Couterne et de Segré) a décidé d'étendre le réseau projeté et a adressé en conséquence, au Ministre des Travaux publics, une demande relative à l'établissement d'une ligne nouvelle allant de Mortagne à Bellême.

Orne, Mayenne, Sarthe, Maine-et-Loire. — L'Energie Electrique Maine-Anjou qui a présenté récemment une demande de concession d'Etat, a demandé l'autorisation provisoire d'établissement et de mise en circulation du courant pour les lignes ci-dessous :

1° Ligne de Château-Gontier à Sablé, haute tension 30.000 volts qui traverse les communes de :

Château-Gontier, Azé, Gennes, Grez-en-Bouère, Bouère, Saint-Brice, Saint-Loup-du-Dorat, Bouessay, Gastines et Sablé-sur-Sarthe.

2° Ligne de Grez-en-Bouère à Meslay-au-Maine, haute tension 15.000 volts qui traverse les communes de : Grez-en-Bouère, Bouère, Saint-Charles-la-Forêt et Meslay.

3° Ligne du Mans à Champagne, 15.000 volts qui traverse les communes de : Yvré-l'Evêque, Changé, Champagne.

4° Ligne de La Suze à Noyen et Malicorne, 5.000 volts qui traverse les communes de : La Suze, Fercé, Noyen-sur-Sarthe et Malicorne.

5° Ligne de la route nationale n° 23 à Montfort, 15.000 volts qui traverse les communes de : Pont-de-Gennes et Montfort-le-Rotrou.

Marne. — La Société d'Eclairage par le Gaz de la Ville de Reims, concessionnaire jusqu'en 1928 de la distribution d'énergie électrique à tous usages dans la commune précitée, a sollicité l'annulation de sa concession, dont les clauses étaient devenues inexécutables, par suite du bouleversement résultant de la guerre, et son remplacement par une nouvelle concession.

Deux nouvelles conventions et un nouveau cahier des charges ont été établis à cet effet.

Le projet prévoit la création d'un certain nombre de canalisations nouvelles et de canalisations à faire au fur et à mesure des besoins.

Le projet de décret approuvant cette concession nouvelle devra être soumis au Conseil d'Etat.

Nord. — La Compagnie électrique du Nord a demandé l'autorisation d'établir, sans attendre l'accomplissement des formalités réglementaires, une ligne d'énergie électrique à haute tension, destinée à alimenter l'usine électrique de la Société des Tramways à Guesnain.

Cette ligne sera comprise dans la concession d'Etat pour une distribution d'énergie aux services publics pour laquelle la Société susvisée a présenté une demande.

— La Compagnie électrique du Nord a demandé l'autorisation d'établir une ligne électrique souterraine à haute tension destinée à l'alimentation du poste de la gare de Seclin.

Cette ligne sera comprise dans la concession d'Etat avec déclaration d'utilité publique que cette Société a déjà sollicitée.

— La Société d'Electricité de la région de Valenciennes-Anzin a demandé l'autorisation d'établir une canalisation électrique aérienne à haute tension sur le territoire des communes de Haspres, Lieu-Saint-Amand, Neuville-sur-Escaut, Acesnes-le-Sec.

Cette canalisation a pour objet principal de relier les deux points de Haspres et Neuville et d'alimenter la Cimenterie de Neuville-sur-Escaut.

Puy-de-Dôme et Haute-Loire. — Les Sociétés suivantes : Compagnie hydro-électrique d'Auvergne et Omnium Régional d'Electricité ont présenté concurremment deux demandes de concession de distribution d'énergie électrique aux services publics dans les départements du Puy-de-Dôme et de la Haute-Loire.

En ce qui concerne la Compagnie hydro-électrique d'Auvergne le réseau s'étend de Clermont-Ferrand à Brioude en traversant les communes de :

Dans le département du Puy-de-Dome : Clermont-Ferrand, Aubière, Pérignat-les-Sarlièves, La Roche-Blanche, Orcet, Veyre-Mouton, Les Martres de Veyre, Vic-le-Comte, Corent, Authezat, Montpeyroux, Coudes, Sauvagnat, Saint-Yvoine, Issoire, Le Broc, Le Breuil, Les Pradeaux, Saint-Rémy-de-Chargnat, Varennes, Usson, Parentignat, Saint-Martin-des-Plains, Orsonnette, Lamontgie, Bergonne, Antoingt, Solignat, Vouable, Tourzel-Ronzières, Perrier, Pardines, Meilhaud, Childrac, Saint-Cirgues, Saint-Vincent, Saint-Floret, Clémensat, Beaulieu, Charbonnier, Brassac-les-Mines ;

Dans le département de la Haute-Loire : Sainte-Florine, Vézévoux, Vergoughon, Auzon, Cohade et Brioude.

En ce qui concerne l'Omnium Régional d'Electricité le réseau s'étend entre Lempdes et Jumeaux, Nonette, Gignat, Boudes et Villeneuve en traversant les communes de Manriat, Charbonnier, Brassac, Auzat-sur-Allier, Orsonnette, Beaulieu, Le Breuil-sur-Couze, Saint-Germain-Lembron dans le département du Puy-de-Dôme.

Entre Lempdes et Sainte-Florine : Arvant, Le Monteil et Auzen en traversant les communes de

Fougères-les-Mines, Vergonghon pour le département de la Haute-Loire.

L'enquête relative à ces demandes de concession vient d'être terminée.

Bas-Rhin. — La Société des Forces électriques Alsaciennes à Selestat présente trois projets d'autorisation de lignes de transport d'énergie haute tension :

1° Markosheim - Richtolsheim - Schwobsheim et branchements;

2° Saint-Martin-Breitenbach;

3° Bourgheim-Gertwiller.

1° *Markosheim-Richtolsheim-Schwobsheim et branchements.* — Cette ligne traverse les communes de Markolsheim, Mackenheim, Boozheim, Artolsheim, Schwobsheim, Boesenbiesen et Richtolsheim, auxquelles elle doit fournir de l'éclairage (sauf à Markolsheim qui était déjà desservie).

2° *Saint-Martin-Breitenbach.* — Cette ligne traverse les communes de Saint-Martin et de Breitenbach et doit éclairer cette dernière commune. Elle se greffe sur la ligne Châtenois-Val-de-Ville.

3° *Gertwiller-Bourgheim.* — Cette ligne traverse les deux communes de Gertwiller et de Bourgheim et doit fournir l'éclairage dans cette dernière.

Seine-et-Oise. — La Compagnie Ouest-Lumière a demandé l'autorisation d'établir une canalisation aéro-souterraine d'énergie électrique haute tension 3.000 volts, triphasé, 63 périodes, dans la commune de Saint-Cloud (Seine-et-Oise).

Cette canalisation qui partirait de la ligne existante, située à l'angle de la rue des Villarmains et du chemin de Grande-Communication n° 70, emprunterait le chemin de Grande-Communication n° 70 (Bard de Versailles) pour aboutir au n° 121 (poste de transformateur) dudit chemin de Grande-Communication.

Cette canalisation est à incorporer dans la demande de concession d'Etat que cette Compagnie a déposée en 1921.

Seine-et-Oise. — La Société d'Eclairage et de Force par l'électricité à Paris a été autorisée à établir provisoirement un branchement aérien à haute tension sur le territoire des communes de Persan, Berms, Bruyères-le-Châtel en vue d'alimenter la Société Industrie chimique de l'Oise.

Tarn. — L'Union Electrique du Tarn a demandé une concession pour une ligne de transport de force dans la région du Tarn entre Carmaux, Albi, Saint-Sulpice, Moissac et Toulouse.

Les principales lignes sont les suivantes :

1° Arthez à Saint-Sulpice en empruntant les communes de Arthez, Marssac, Brens, Montens, Loupiac, Cauffouleux et Saint-Sulpice.

2° Saint-Sulpice à Moissac en empruntant les communes de Buzet, Bessière, La Magdelaine, L'Escalère, Villemur, Orgueil, Leclaux, Lagarde, Albefeuille, Ville-Dieu et Moissac.

3° Saint-Sulpice à Toulouse en empruntant les communes de Roqueserière, Montastruc-la-Conseillère, Saint-Jean Lhere, Cragnague, Beaupuy, Mondouzil, Lasbordes et Toulouse.

4° Albi à Carmaux en empruntant les communes de Cagnac, Taix et Blaye.

Yonne. — M. Dromigny, ingénieur-électricien à Sens a demandé une concession de distribution d'énergie électrique pour l'éclairage et la force motrice dans les communes de Maillot et de Mayet-le-Grand (Yonne).

Vendée. — Aux termes d'un arrêté ministériel du 9 juin 1922 le contrôle municipal des distributions d'énergie électrique sera exercé par les agents de l'Etat dans les communes de Cugand, Olonne et Faymoreau.

LÉGISLATION

Branchements d'immeubles.

On nous a demandé si la Société de distribution d'énergie électrique à laquelle s'adresse un particulier pour obtenir le courant nécessaire à l'éclairage de son habitation est en droit d'exiger le remboursement des frais d'établissement du branchement destiné à relier son immeuble à la ligne principale.

Aux termes de l'article 15 du cahier des charges des concessions de distributions communales le prix d'installations des branchements doit être remboursé au concessionnaire par les propriétaires ou les abonnés.

L'installation du branchement dont il s'agit ne peut donc être réalisée qu'aux frais de ce particulier. Toutefois il est bien entendu que le branchement doit lui être exclusivement affecté et que dans le cas où des propriétaires ou autres abonnés désireraient ultérieurement user de ce branchement pour la desserte de leurs immeubles, il leur appartiendrait au préalable, de s'assurer de l'autorisation de l'abonné qui a payé le branchement et cette autorisation pourrait être, à ce moment, subordonnée par lui, au remboursement d'une partie de la dépense qu'il aurait préalablement supportée.

J. DE RIGNEY.

Inventions. — Appareils et procédés nouveaux

INSTALLATION ÉLECTRIQUE DE SURETÉ COMPRENANT UN RELAIS DIFFÉRENTIEL INFLUENCÉ PAR LES VARIATIONS DE RÉSISTANCES AU SÉLÉNIUM INTERCALÉES DANS LE CIRCUIT EXTÉRIEUR

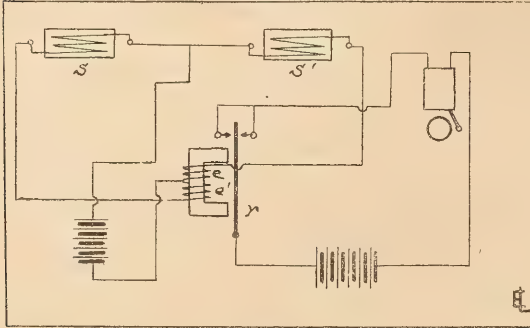


Fig. 1.

Le dispositif comprend (fig. 1) deux éléments de sélénium *s* et *s'* alimentées par une batterie et agissant sur un relais à cadre portant deux enroulements *e e'* de même résistance. Ce dernier agit à son tour sur le circuit avertisseur. Différents montages peuvent être réalisés, en particulier à l'aide de deux relais, on peut mettre en circuit l'un des éléments, dès que la résistance de l'autre dépasse une valeur fixée (cas d'obscurité). (Br. Fr. nº 534.484. — W Reiche).

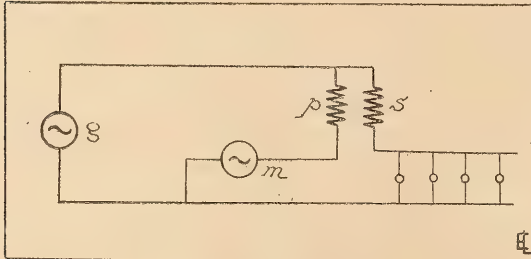


Fig. 2.

PERFECTIONNEMENTS AUX RÉGLAGES DE TENSIONS

L'invention consiste en un dispositif compensant la réaction produite sur la tension d'un circuit exigeant une tension constante par un deuxième circuit en parallèle avec le premier, et comportant une charge et un facteur de puissances variables (fig. 2), on obtient ce réglage en faisant varier la résistance magnétique d'un transformateur série, dont le primaire *p* est intercalé sur le circuit du moteur (chargé et cos φ variables) et le secondaire *s* sur le circuit des lampes, le courant étant fourni par la génératrice *p*. (Br. Fr. nº 535.990. — Cie Thomson-Houston).

PROCÉDÉ DE MONTAGE POUR ASSURER LA PERMANENCE D'ÉCLAIRAGE

Ce procédé destiné à l'éclairage des automobiles a pour but d'assurer l'éclairage, quand les connexions de la dynamo sont rompues. On emploie pour cela (fig. 3), deux batteries b_s et b_t, capables de marcher en parallèle, dont l'une servira en cas de secours b_s et l'autre pour l'éclairage normal. Un commutateur permet de réaliser toutes les combinaisons désirées. (Br. Fr., nº 535.883. — Société des Etablissements B. R. C.).

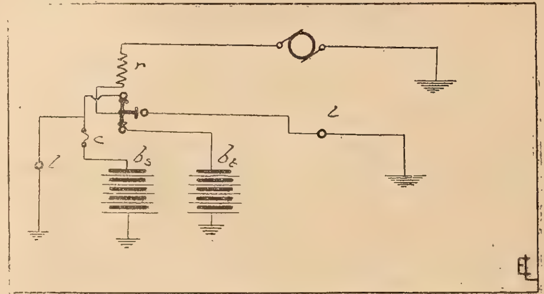


Fig. 3.

AMPOULE A MERCURE OSCILLANTE, ASSURANT UN CONTACT TEMPORAIRE

L'ampoule *b* pouvant osciller (fig. 4), autour d'un axe *e* ne permettra le contact entre les plots *c* et *c'* que dans sa position d'équilibre. Dans toutes les autres positions, le contact est rompu. (Br. Fr. nº 536.036. — J. Soulat).

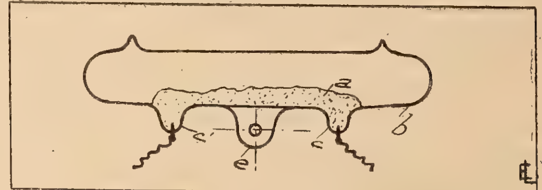


Fig. 4.

COMPTEUR D'EXCÉDENT DE CONSOMMATION, TYPE RÉDUIT

Il est constitué en principe (fig. 5) par une armature *c* portant les deux enroulements *e* et *b*. On utilise ici le

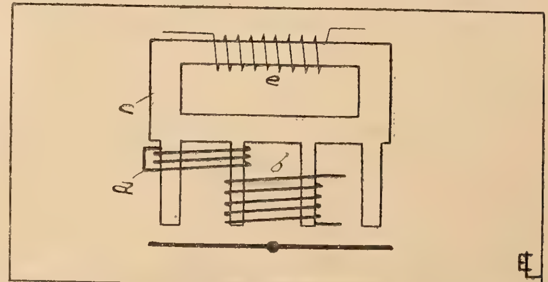


Fig 5.

couple antagoniste résultant de la dissymétrie de flux dans le circuit volt. Cette dissymétrie est obtenue à l'aide de l'enroulement *a* fermé sur lui-même et entourant une partie du circuit. (Br. Fr. nº 536.581, Cie de Constr. Electriques).

PERFECTIONNEMENTS AUX DYNAMOS D'ÉCLAIRAGE

Le dispositif est destiné à éviter les variations de tension. Il s'applique aux petites dynamos d'éclairage pour automobiles, etc. (fig. 6). La dynamo *g* comporte un enroulement série *s'* démagnétisant et un shunt *s* à longue dérivation. Un relais *r* commandant deux contacts peut produire les effets suivants au moment de l'attraction :

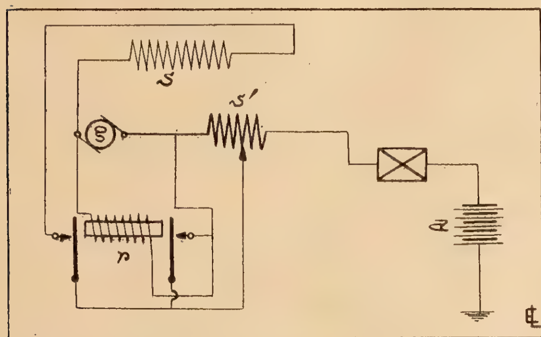


Fig. 6.

1° Mise en circuit d'une fraction de l'enroulement série *s'*.
2° Accroissement nécessaire à la tension dans le solénoïde, pour éviter les battements de contact dès que la tension diminue. (Br. Fr. n° 536.241) — De Dion-Bouton)

MONTAGE POUR ÉMISSION PAR TUBE A VIDE EN TÉLÉPHONIE SANS FIL

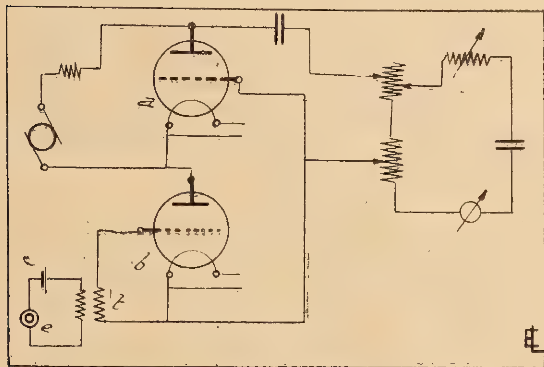


Fig. 7

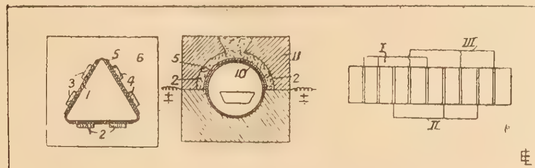
Dans ce dispositif (fig 7), un tube à vide *b* à trois électrodes, sur lequel agit un microphone *e* par l'intermédiaire du transformateur *t*, commande le tube générateur *a*. Son action a lieu par degré de couplage. Dans la figure le couplage est inductif, il pourrait être aussi bien électrostatique, etc... (Br. Fr. n° 536.367. — Cie Générale des T. S. F.).

RÉSISTANCE AUX RAYONS LUMINEUX

Cette résistance est composée de thallium et de soufre; l'oxysulfure de thallium est employé de préférence et fournit une résistance sensible aux rayons lumineux visibles et invisibles. On peut produire l'oxydation en admettant de l'air dans un vase dans lequel le vide a été fait préalablement et dans lequel le sulfure de thallium est séché après précipitation. Cette résistance a été adoptée au photophone. — (Brev. ang. N° 133.403.) — MM.

FOURS ÉLECTRIQUES

Un tube chauffant électrique, dalle, moufle, creuset ou dispositifs similaires est divisé en deux parties; ces deux parties recevant les conversions d'amenée de courant. Dans le dispositif de la figure 8, le corps cylindrique est divisé en deux parties *a*, *b*, par une fente *c* qui s'étend d'une extrémité à l'autre. Les extrémités *h* sont fixées contre les parties *a*, *b*, par des tiges *i*; des manchons isolants *i*' séparent les tiges de leurs supports *j*. Le corps est monté dans une fourrure en argile réfractaire contenu dans une


Fig 8.

enveloppe métallique reposant sur les piliers *g*. Le corps peut comprendre trois fentes pour l'emploi de courant triphasé. Un creuset peut être divisé de la même façon; les fentes *h* étant remplies de matière réfractaire de haute résistance. (Brev. angl. 169.756. — Morgan).

M. M.



Minuterie pneumo-mécanique « le Tempolux ».

Cette minuterie pneumo-mécanique comprend (fig. 9) un corps de pompe 9 dans lequel on a fait le vide partiel en l'enfonçant sur son piston 5, lequel tend à reprendre sa

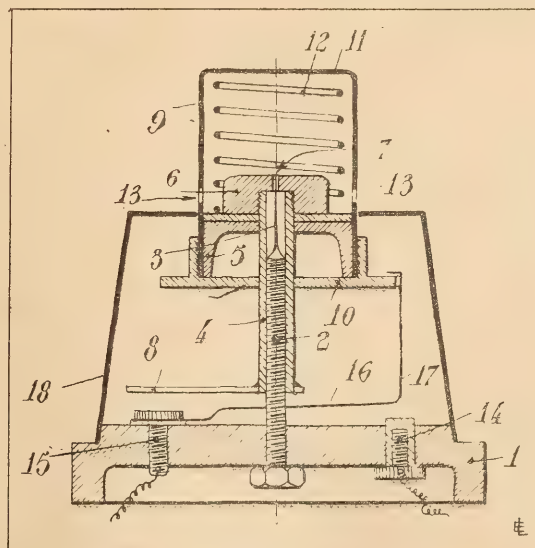


Fig. 9

position primitive sous l'action d'un ressort comprimé 12 se détendant, interposé entre le fond du corps de pompe et ledit piston, et dont le travail est contrôlé et réglé à volonté

par une admission réglable d'air 7 à l'intérieur du corps de pompe, une rentrée supplémentaire brusque d'air 13, à fin de course, assurant la rupture brusque du contact dans l'interrupteur 17-14 dont les organes sont commandés par le mouvement du corps de pompe.

Tout l'ensemble est recouvert par un couvercle 18, en porcelaine, en métal, etc., fixé de toute façon appropriée sur le socle 1 par quelques filets de vis ou par montage à baïonnette. Le fond de ce couvercle comporte une ouverture centrale pour le passage du corps de pompe 9, sur lequel on appuie, à l'instar d'un bouton de sonnette à poussette, pour actionner la minuterie et obtenir du courant pendant un laps de temps réglable. Ce réglage, très important pour une minuterie, s'opère très aisément au moyen de la vis 2 agissant sur l'aiguille pointeau 3, laquelle limite la vitesse de rentrée de l'air et, par suite, la durée du contact d'allumage. (*Brevet communiqué par M. A. Hallet.*)



Identité des champs gravifique et électromagnétique.

++

Pour Einstein, le temps et l'espace sont toujours solidaires dans le déplacement d'un corps et varient en raison inverse de la vitesse relative de l'observateur par rapport à celle du corps en mouvement.

Pour nous, il faut tenir compte encore du troisième facteur inséparable et même créateur des deux autres, d'après Einstein, c'est-à-dire de la *masse du corps*.

Il faut donc envisager dans la relativité générale *la force vive du corps* ($1/2\ mv^2$) qui comprend, à la fois sa masse pondérable m et sa vitesse v de déplacement.

Le temps variable ($t+dt$) et l'espace (*idem*) s^2+ds^2, solidaires, dépendent donc essentiellement et uniquement de la force vive des corps, des astres en mouvements relatifs et accélérés les uns par rapport aux autres, et non pas seulement de leurs vitesses relatives.

C'est cette force vive astrale qui produit le temps local, relatif, réel d'Einstein, mais variable sur chaque planète : la densité et l'élasticité de la photosphère électrisée de chaque astre, en translation, dépendent évidemment de sa force vive dans l'éther inerte, entraîné partiellement (Fizeau).

Par suite, la durée de la période d'un mouvement vibratoire quelconque, à la surface, est donc locale et différente sur chaque planète en rapide déplacement (expériences de Fabry et Buisson). D'où le temps ($t+dt$), variable d'Einstein.

Et c'est *l'interaction* de cette énergie cinétique ($1/2\ mv^2$) du corps ou de l'astre en translation, due à son inertie matérielle, pondérable, avec l'inertie du milieu fluidique ambiant, de l'éther cosmique, quasi impondérable, où l'astre se déplace en vitesse, qui détourne l'attraction ou gravitation universelle.

En effet, l'interaction fournit au corps, à l'astre en mouvement accéléré par son frottement rapide dans le milieu éthérique, transmetteur des effets de l'inertie (Einstein), une charge électrique, proportionnelle à sa force vive de déplacement. Cette masse électromagnétique, supplémentaire, se transforme de suite par le rapide déplacement astral, en un véritable courant de convection qui, comme tout courant, s'entoure immédiatement d'un champ de lignes de forces magnétiques, en quadrature. (expériences de Rowland).

L'astre est devenu ainsi un gigantesque aimant en translation accélérée ; d'où la gravitation universelle Newtonienne. En conséquence, il y a *identité complète* entre le champ de force, le champ gravitatif résultant des déplacements relatifs des astres entre eux et le champ électromagnétique du milieu ambiant, et non pas le dualisme profond, invoqué pour ces deux champs par le célèbre Einstein.

Ainsi, ces trois génies : Newton (gravitation), Maxwell (éther, champ électromagnétique) et Einstein (relativité) se complètent, et sont enfin en parfait accord pour la plus grande gloire de ces illustres savants et pour l'unité de la science.

Il y a donc bien éther et relativité. — La gravitation est un phénomène électromagnétique qui produit automatiquement l'identité des deux champs gravifique et életromagnétique.

Les ondes gravifiques sont donc sphériques, comme les autres ondes, appartiennent à la gamme vibratoire des ondes hertziennes ou électriques et se propagent avec la vitesse de la lumière dans l'espace sidéral.

ANDRY-BOURGEOIS,

Ingénieur des Mines (E. S. E.).

Consultations Juridiques.

++++

Réponse au nº 678 de la Tribune des Abonnés. — Il suffit d'adresser au Procureur de la République une plainte pour vol énonçant les faits avec toutes précisions utiles. Si le Parquet estime qu'il y a lieu à information, un juge d'instruction est commis pour instruire l'affaire, entend le plaignant, l'inculpé et tous témoins nécessaires. Il y a lieu alors de se constituer partie civile, par simple déclaration, ce qui permet d'intervenir à l'instance correctionnelle, si le délit est établi, et de réclamer des dommages-intérêts pour le préjudice causé.

René GÉRIN.

Problèmes sur les appareils de mesures.

Solution des exercices proposés dans *l'Electricien* du 1er juin 1922.

Exercice 108. — On dispose d'un galvanomètre de résistance 75 ohms, tel qu'un courant de 5 milliampères donne une déviation de son aiguille égale aux 100 divisions de sa graduation.

1° Calculer la résistance x qu'il faudrait mettre en série avec ce galvanomètre pour qu'une tension de 100 volts donne exactement une déviation correspondant aux 100 divisions (1 division par volt).

2° Calculer la résistance y qu'il faudrait mettre en série avec ce galvanomètre shunté par une résistance de 5 ohms.

Ex. 108. — Solution : 1° Le galvanomètre et le conducteur en série ont pour résistance $75 + x$ et le courant dans le galvanomètre est :

$$\frac{100}{75 + x}$$

Comme la déviation doit être celle des 100 divisions de la graduation, ce courant doit être de 5 milliampères,

$$\frac{100}{75 + x} = \frac{5}{1.000}$$

d'où

$$100.000 = 375 \times 5x$$

$$x = \frac{100.000 - 375}{5} = \frac{99.625}{5} = 19.925 \text{ ohms.}$$

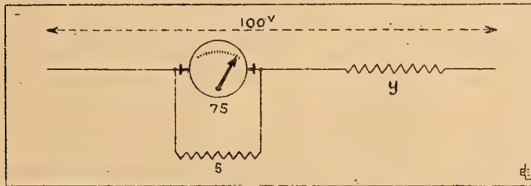


Fig. 1.

2° La résistance de l'ensemble du galvanomètre et de son shunt est (fig. 1) :

$$\frac{75 \times 5}{75 + 5} = \frac{375}{80}.$$

La résistance totale est donc $\frac{375}{80} + y$ et le courant total dans le circuit est

$$\frac{100}{\frac{375}{80} + y} \quad \text{ou} \quad \frac{100 \times 80}{375 + 80y}$$

Le courant dans le galvanomètre est donc :

$$\frac{100 \times 80}{375 + 80y} \times \frac{5}{75 + 5} \quad \text{ou} \quad \frac{100 \times 80}{375 + 80y} \text{ ou } \frac{5}{80},$$

c'est-à-dire

$$\frac{100 \times 5}{375 + 80y}.$$

Comme le courant doit être de 5 milliampères, on a

$$\frac{100 \times 5}{375 + 80y} = \frac{5}{1.000} \quad \text{ou} \quad \frac{100}{375 + 80y} = \frac{1}{1.000}$$

donc

$$100.000 = 375 + 80y$$

et

$$y = \frac{100.000 - 385}{80} = \frac{99.625}{80} = 1.245,3.$$

Exercice 109. — Pour évaluer approximativement la valeur d'une différence de potentiel, on l'applique entre les extrémités d'un fil de constantan de 8/10 de millimètre de diamètre, de 22 mètres de longueur, plongeant dans un réservoir contenant 2 litres d'eau dont la température est 10 degrés; on constate qu'après 3 minutes la température s'est élevée à 25 degrés. Déduire de ces résultats la grandeur de la tension.

Ex. 109. — Solution : La section du fil est :

$$\frac{\pi \times 0.8^2}{4} = 0{,}5 \text{ millim. carrés.}$$

La résistivité du constantan étant 50 microhm-centimètres, la résistance du fil est :

$$\frac{50 \times 22}{100 \times 0.5} = 22 \text{ ohms.}$$

Si on désigne par x volts la différence de potentiel cherchée, le courant dans la résistance est $\frac{x}{22}$ ampères.

La puissance absorbée est donc :

$$x \times \frac{x}{22} = \frac{x^2}{22} \text{ watts.}$$

Après 3 minutes ou $3 \times 60 = 180$ secondes, l'énergie absorbée a été de $\frac{x^2}{22} \times 180$ joules.

Or, cette énergie toute entière transformée en chaleur a élevé la température des 2 litres d'eau de

$$25 - 10 = 15 \text{ degrés,}$$

elle a donc donné : $2 \times 15 = 30$ calories
et comme 1 calorie vaut 4.180 joules, cette quantité de chaleur équivaut à 30×4.180 joules.

On doit donc avoir :

$$\frac{x^2}{22} \times 180 = 30 \times 4.180$$

d'où

$$x^2 = \frac{30 \times 4.180 \times 22}{180} = 15.326.$$

et

$$x = \sqrt{15.326} = 124 \text{ volts.}$$

Exercice 110. — Pour évaluer la valeur x de la résistance d'un conducteur, on la met en série avec une résistance de valeur 5 ohms et on fait parcourir le circuit par un courant. On mesure la différence de potentiel entre les extrémités de la résistance inconnue : elle est 63 volts, et entre les extrémités de la résistance 5 ohms, elle est 15 volts. Déduire de ces résultats la valeur x.

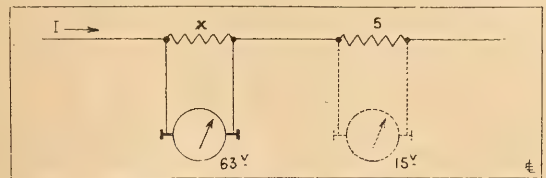


Fig. 2.

Ex. 110. — Solution : Soit I le courant dans le circuit (fig. 2). Entre les extrémités de x il y a $x \times I$ volts, donc

(1) $x\,I = 63$

entre les extrémités de la résistance 5 ohms, il y a 15 volts, donc :

(2) $5\,I = 15.$

En divisant membre à membre les égalités (1) et (2), on a :

$$\frac{x\,I}{5\,I} = \frac{63}{15} \quad \text{ou} \quad \frac{x}{5} = \frac{63}{15}.$$

$$x = \frac{63 \times 5}{15} = 21 \text{ ohms.}$$

P. Roberjot.

On nous demande :

Calcul simple d'une bobine de réactance.

I eff. = Intensité efficace dans la bobine.
f = Fréquence du courant (période par seconde)
U = Chute de tension à obtenir.
B max. = Induction maximum dans le fer (1).
$l f.$ = Longueur du circuit fer en centimètres.
n eff. = Nombre d'ampères-tours efficaces.
n max. = Nombre d'ampères-tours maximum.
S = Section du fer en centimètres carrés.
n = Nombre de spires.
$l e.$ = Longueur de l'entrefer total en centimètres (2).

La bobine sera constituée par deux noyaux en fer feuilletés, entourés chacun par une bobine magnétisante et réunis par deux culasses en fer doux feuilleté également. Pour simplifier le calcul nous supposerons les enroulements de résistance ohmique négligeable (1,5 à 2 ampères par millimètre carré).

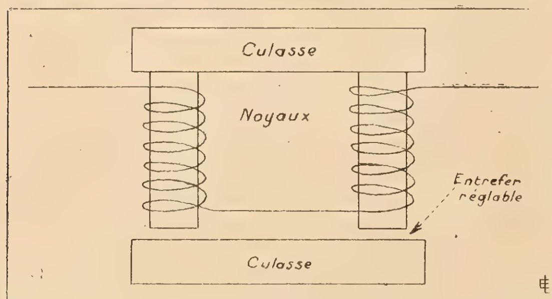


Fig. 1,

Nombre de spires. — Pour entretenir B max. dans le circuit magnétique, il faut :

1° Pour l'entrefer total $l\ e.$ à raison de 4.000 ampères-tours par centimètre :

$$l\ e \times 4.000 = x^e \text{ ampères-tours.}$$

2° Dans le fer qui a une longueur totale $l f.$ il faudra 1,6 ampère-tours par centimètre, soit :

$$1{,}6 \times l_f. = x^f \text{ ampère-tours.}$$

et au total :

$$x^e + x^f = n \text{ max. total.}$$

Il s'agit d'induction et d'ampères-tours maximum mais ce qui nous intéresse c'est I eff., il nous faudra donc diviser n max. par $\sqrt{2}$ et l'on aura :

$$\frac{n \text{ max.}}{\sqrt{2}} = n \text{ eff.}$$

Le nombre de spires sera :

$$\frac{n \text{ eff.}}{\text{I eff.}} = n$$

(1) Prendre 5.000 gauss, par exemple, chiffre relativement bas, rendant faibles les pertes par courants de Foucault et hystérésis.
(2) Intervalles entre noyaux et culasses.

Section du fer. — Pour la calculer, nous pourrons appliquer la règle dite des 2,2 volts, due à M. Boucherot, c'est-à-dire que nous nous baserons sur ce qu'une spire entourant un noyau de fer de 1 décimètre carré de section qui est le siège de variation alternative de flux à raison de 50 périodes par seconde, donnant lieu à une induction maxima B = 10.000 gauss, présente une d. d. p. eff. de 2,2 volts entre ses extrémités.

Si le noyau de fer avait 1 décimètre carré de section, il y aurait entre les bornes de la bobine :

$$n \times \frac{5.000}{10.000} \times 2{,}2 = \text{E volts}$$

Comme nous ne voulons avoir que U volts, la section du noyau de fer devra être réduite dans le rapport de E eff. à U soit :

$$\frac{\text{E volts}}{\text{U volts}} = \text{S centimètres carrés}$$

Vous pourrez faire varier la chute de tension dans votre bobine en augmentant ou diminuant l'entrefer.

C. C.

TRIBUNE DES ABONNÉS

*Notre Tribune est une rubrique de renseignements mutuels ouverte à tous nos abonnés. La Rédaction de l'*Electricien *n'est pas responsable des réponses fournies. Nous prions nos lecteurs de limiter leurs demandes au domaine de la pratique industrielle.*

DEMANDES

N° 686. — Nous demandons indications au sujet de la protection de notre réseau 10.000 volts, triphasé 50 A.

La station centrale se trouve à 25 kilomètres du centre d'utilisation et à 1.000 mètres d'altitude. Le courant est fourni par des alternateurs, système Labour, à 10.000 volts directs, avec point neutre sorti et non à la terre.

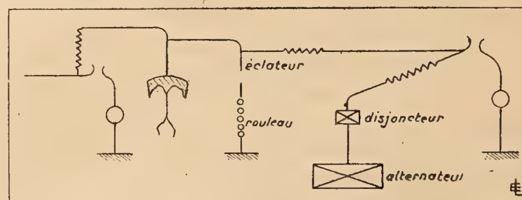


Fig. 1.

Notre système de protection actuel consiste (fig. 1) en :
1° 1 jeu de limiteur de tension à jet d'eau ;
2° 1 jeu de parafoudre à rouleau, système Thomson ;
3° 2 jeux de parafoudre à cornes, avec résistance de glycérine suivant schéma ci-contre.

Malgré ces différents systèmes, nous n'avons pu jusqu'à ce jour nous garantir d'une façon efficace.

Chaque orage nous occasionne une ou plusieurs ruptures d'isolants dans les fils bobinés de l'alternateur.

N° 687. — Quel est le moyen le plus rapide de faire rendre à une batterie d'accus, construite avec des feuilles de plomb, sa capacité maximum ?

N° 688. — Je serais désireux de connaître le schéma de distribution du réseau « diphasé » de la Compagnie parisienne de Distribution d'Electricité de Paris.

Pouvez-vous m'indiquer un ouvrage exposant les différents modes de distribution employés par cette Compagnie (continu 3 et 5 fils, alternatif monophasé, alternatif diphasé).

N° 689. — Pourrait-on m'indiquer où je puis trouver une documentation détaillée sur le système de traction électrique Dick.-Kerr, courant continu, haute tension, locomotives.

N° 690. — 1° Prière de donner un montage pratique d'un poste récepteur sensible de téléphonie sans fil pour écouter à Bordeaux les messages téléphonés de la Tour de Paris.

2° Peut-on, sans crainte de provoquer de brouillages sérieux, utiliser comme antenne un réseau important et aérien de distribution à courant continu ?

3° Ce réseau peut-il en même temps être utilisé comme circuit de chauffage des filaments des lampes amplificatrices ?

4° Dans le cas où le réseau urbain considéré serait alternatif, le dispositif du redresseur donné dans le numéro du 1er avril 1921, page 166 peut-il donner un courant suffisamment constant ?

N° 991. — Quel est le meilleur et le plus complet des « aide-mémoire » en petit format si possible à l'usage des conducteurs et ingénieurs électriciens ? Prix approximatif ?

N° 692. — Pourrait-on m'indiquer un livre traitant uniquement des accumulateurs au plomb et au ferronickel, leur technique et leur construction.

Les méthodes employées pour les réparations les plus courantes ainsi qu'une description de l'outillage adéquat.

N° 693. — Ayant réalisé un redresseur de courant alternatif suivant les indications données dans *l'Electricien*, n° 1254 du 15 juin 1920, je n'ai pu obtenir aucune trace de courant, tant *alternatif* que *continu* aux deux bornes de sortie, après avoir réglé de différentes manières les deux pièces polaires de l'aimant. Cependant le fonctionnement du transformateur est normal puisqu'aux deux contacts en charbon où aboutissent les deux fils du secondaire j'obtiens du courant alternatif. D'autre part la lame vibre très bien.

Je désirerais connaître les moyens de faire fonctionner ce redresseur.

Demandes d'adresses de fournisseurs.

N° 694. — Où pourrais-je me procurer des charbons cylindriques de 7 à 8 millimètres de diamètres assez poreux et homogènes, pour la confection de piles genre Leclanché sans dépolarisant ?

N° 695. — Prière de m'indiquer une maison qui pourrait m'envoyer une douzaine de lampes détectrices ou amplificatrices au prix de gros.

N° 696. — Où pourrais-je me procurer, par petites quantités, le fil nécessaire à la construction de résistances chauffantes pour petits radiateurs paraboliques ?

N° 697. — On demande la maison de construction ou de vente des interrupteurs thermiques automatiques pour enseignes et transparents lumineux, marque H. P.

N° 698. — Existe-t-il un appareil électromagnétique assez sensible, pour permettre de retrouver des pièces métalliques enfouies dans le sol ou immergées dans l'eau à quelques mètres ?

RÉPONSES

N° 532 R. — Je ne vois pas l'utilité de la présence de bobines de chocs ou de self induction, ainsi que de parafoudres relativement à la protection des lampes sur un circuit extérieur. Cette installation serait, à mon avis, sans efficacité dans bien des cas, et je ne prévois que des fusibles appropriés en tant que protection des appareils d'utilisation (lampes dans votre cas).

Par contre, si le circuit est à lui seul extérieur et dans le but d'alimenter des lampes à l'intérieur, il est évident qu'il est, sinon indispensable, prudent de procéder à un tel montage ; mais je ne m'explique pas la limite de deux bobines de self pour un tel circuit. Toutefois il me paraît suffisant de n'employer que ce que vous possédez, comme vous pourrez vous en rendre compte sur le schéma (fig. 2), mais une phase sera nécessairement dépourvue d'une des bobines précitées ci-dessus. D'autre part, en ce qui concerne les parafoudres, je ne connais pas le modèle que vous citez, mais à mon avis, il me semble que ce serait plutôt des limiteurs de tension, n'ayant jamais eu dans la pratique à installer des *parafoudres basses tensions sur circuit triphasé destiné à l'éclairage ou force motrice.*

Ces limiteurs de tensions sont d'ailleurs analogues aux parafoudres, la seule différence existant dans le branchement.

Branchement parafoudre. — Entre phase et terre avec *forte résistance sans self*, dans le cas de la haute tension.

Branchement limiteur de tension. — Entre phases.

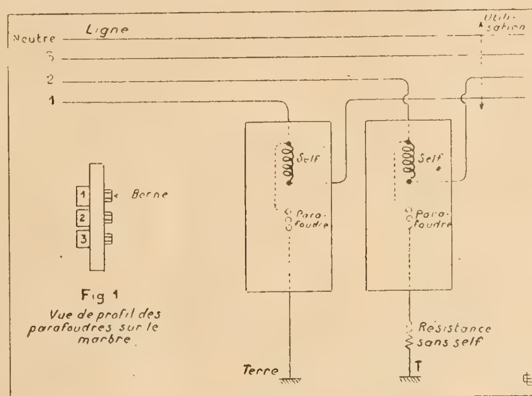


Fig. 2.

Exemple. — Je suppose le centre de chaque pôle du parafoudre situé sur un même axe, vertical ou horizontal (fig. 2) et chaque pôle muni d'un charbon ; il suffit donc de connecter chacun des fils de phases respectivement à chacun des pôles. On a le limiteur de tension.

Comme parafoudre, il suffirait d'amener un fil de phase à la borne 1 et de la borne 3 partirait au fil allant à la terre, et ce, sans coudes brusques pour éviter le plus possible la self. Dans ce cas, il y aurait encore, comme pour les bobines de chocs deux phases intéressées. Dans tous les cas (relativement aux parafoudres, car dans certains limiteurs de tension, basse tension, on y adjoint le fil neutre) le fil neutre est complètement indépendant des appareils de protection cités, bobine de self ou parafoudre, c'est-à-dire suit *directement* le circuit sans passer par aucun de ces appareils.

M. P.

N° 609 R. — Les connexions des éléments d'accumulateurs se resoudent très bien au *plomb*, en ayant moi-même resoudé au chalumeau oxydrique ne disposant que de cet appareil pour effectuer l'opération, et ce, sans le

secours d'aucun décapant acide et résineux, mais dont les bacs n'étaient pas en celluloïd. Dans ce cas, des précautions sérieuses sont à prendre si l'on fait usage de la lampe à souder ordinaire, en protégeant les bacs par une matière imcombustible telle que la feuille d'amiante,

M. P.

N° 618 R. — Il s'agit très probablement d'une ligne triphasée 3 fils. La formule du calcul de la section est bien comme vous l'indiquez :

$$\text{Section} = \frac{a \times l \times P}{n \times E^2 \times \cos^2}$$

dans laquelle :
a = résistivité du métal au km. (S : bien entendu 1 mm²).
si l = longueur en km.
Ceci est évident.
P = Puissance en watts.

$$n = \text{perte \%} \text{ soit dans le cas } n = \frac{10}{100} = 0,1$$

Dans la pratique, l'on prend $n=10$ dans votre exemple. De ce fait la section se trouverait divisée par 100. Pour compenser il suffit de multiplier le numérateur par 100 et l'on a :

$$\text{Section} = \frac{100 \; al \; P}{n \; E^2 \cos^2}$$

Qui dans votre cas donnerait :

$$\text{Section} = \frac{100 \times 17{,}3 \times 0{,}25 \times 200 \times 736}{10 \times 220^2 \times \overline{0{,}6}^2}$$

soit section = 365 mm². 3
et section totale pour les 3 fils = 365 × 3 = 1.095 mm.².
Avec cos = I on aurait :

$$S = 365 \times \overline{0{,}6}^2 = 131 \text{ mm}^2, 5$$

et pour les 3 fils : 131,5 × 3 = 394 mm², 5
L'on voit que la section augmente rapidement avec la réactance.

$$\text{Vérifions I} = \frac{200 \times 736}{173 \times 220 \times 0{,}6} = 644 \text{ ampères.}$$

$$\text{avec cos} = 0{,}6 \text{ soit } \frac{644}{365} = 1 \text{ a. 7 par millimètre carré.}$$

ce qui est admissible.
Avec cos = 1 on aurait I = 644 × 0,6 = 386 a.. 4.

$$\text{soit } \frac{386{,}4}{131{,}5} = 2 \text{ a., 9 par millimètre carré.}$$

ce qui serait un peu élevé.
Notons que cos = 0,6 est mauvais.

L. M.

N° 620 R. — Il n'y a nullement obligation d'adjoindre dans un circuit triphasé, basse tension, des bobines de self, ce circuit ne desservant que des lampes, quoique ces lampes elles-mêmes ne présentent aucune self-induction. Je me poserais même la question : pourquoi pas trois de ces bobines, c'est-à-dire une pour chaque phase. Le montage serait plus régulier.

Quant aux parafoudres que vous citez, quoique n'en connaissant pas le modèle, ils se montent effectivement en dérivation le neutre n'entrant nullement en service dans les appareils de protection cités ci-dessus, sauf dans le cas des limiteurs de tension (basse tension).

Toujours observer que, chaque fois que l'on a à installer des bobines de self, qu'elles soient toujours en bonne place.

M. P

N° 653 R. — Je conseille vivement au demandeur de se procurer *Le livre de l'amateur de T. S. F.*, de Roussel, où il trouvera tous les renseignements désirés.

N° 655 R. :

Pour compteur de	3	Hw.	=	600.000 ohms
—	5	—	=	360.000 —
—	10	—	=	180.000 —
—	15	—	=	120.000 —
—	25	—	=	72.000 —
—	30	—	=	60.000 —

Colonne montante : 1 mégohm.
Ces valeurs sont celles admises par la C. P. D. E. à Paris.

N° 669 R. — Pour machines à river, poinçonneuses portatives, etc., voyez MM. Rouyer et Cie, 3, rue de Labordère, à Neuilly (Seine).

N° 670 R. — On ne peut prendre une décision sans connaître exactement toutes les caractéristiques du matériel en question ; le plus sûr est de demander au constructeur les renseignements nécessaires.

L. B.

N° 676 R. — Le montage est très difficile à réaliser : vous trouverez pourtant dans *La Nature* (2516) un montage correspondant et qui peut donner toute satisfaction si les dimensions des organes sont convenables.

P. M.

N° 677 R. — Les harmoniques du courant émis par un transformateur peuvent provenir des machines génératrices, des récepteurs et même des lignes (effet corona). Ils peuvent aussi provenir de l'appareil lui-même,

Dans ce dernier cas, ils sont dus presque entièrement à la saturation du circuit magnétique ; ils sont d'ordre impair et de grandeur décroissante à mesure que leur rang augmente ; le troisième est ainsi le plus important.

Ces harmoniques contribuent à abaisser (exceptionnellement à élever) le rendement du transormateur et des récepteurs. Ils peuvent produire des surtensions par résonance, surtout dans les réseaux souterrains. En général, dans les transformateurs courants, ils sont négligeables. Le développement de la question nécessiterait plusieurs pages de *l'Electricien.*

L. B.

N° 678 R. — Voyez consultation juridique, p. 332.

N° 679 R. — Voyez *l'Ouvrier Moderne* (juin 1922). Vous pourrez établir la soupape qu'il vous faut en donnant aux électrodes des surfaces proportionnelles au courant absorbé.

L. B.

N° 682 R. — Le moteur fonctionnait comme un transformateur monophasé. Le courant dans le rhéostat peut, dans de telles conditions dépasser notablement le courant normal de démarrage. Or la plupart des rhéostats ne sont prévus que pour supporter pendant un temps très court ce courant de démarrage (30 secondes, par exemple).

Le rhéostat a brûlé avant que le moteur n'ait chauffé d'une manière appréciable parce que le rotor est prévu pour supporter indéfiniment le courant de pleine charge qui est voisin du courant de démarrage et aussi parce que (sa capacité calorifique étant plus élevée) il est beaucoup plus lent à atteindre sa température de régime.

L. B.

N° 691 R. — Comme aide-mémoire portatif : Agenda Dunod. *Electricité,* 9 fr. — Aide-mémoire complet : Laharpe, 70 francs (en réimpression).

Le Gérant : L. De Soye

PARIS. — L. DE SOYE, IMPRIMEUR, 18, RUE DES FOSSÉS-S.-JACQUES, V°.
Téléph. 806-41

38e Année. — N° 1305 1er Aout 1922

L'ÉLECTRICIEN

Rédacteur en chef : L.-D. FOURCAULT

CHRONIQUE

Les fournitures de matériel électrique par l'Allemagne au titre des réparations.

Le projet de fourniture par l'Allemagne, au titre des réparations, d'une importante quantité de matériel mécanique et électrique destiné à l'équipement de nos plus importantes chutes d'eau et à certains travaux publics du programme d'outillage national, intéresse au plus haut point l'industrie électrique française.

On sait qu'à la suite des conclusions d'une commission interministérielle, constituée pour l'étude de la question, un programme de travaux dont l'exécution peut être entreprise immédiatement a été transmis à la Commission des réparations, en vue de son exécution. Ces travaux constituent des chantiers très importants, où les ouvriers allemands pourront être employés en grand nombre, sous la direction de leurs entrepreneurs. C'est ainsi que l'on prévoit l'utilisation de :

12.000 ouvriers allemands pendant dix ans pour l'aménagement du Rhône;

4.300 ouvriers pendant quatre ans pour l'aménagement de la Dordogne et de la Truyère;

600 ouvriers pendant cinq ans pour la construction du tunnel de Saint-Maurice;

20 millions de journées de travail pour les canaux Sarre-Moselle et Meuse-Escaut.

Loin de nous la pensée de repousser systématiquement un procédé de réparations en nature qui est peut-être capable de nous faire recouvrer une partie de notre créance sur l'Allemagne. L'emploi des ouvriers allemands pour les grands terrassements est fort logique au moment où nos campagnes souffrent du manque de main-d'œuvre et puisque nous devons déjà faire appel pour certains travaux à des ouvriers étrangers. Mais il n'est pas admissible que la part réservée à l'industrie française soit réduite ainsi que l'indique le programme ci-après :

Equipement hydraulique et électrique :

	Part allemande.	Part françse.
Aménagement du Rhône.....	550.000.000	150.000.000
— de la Dordogne.	—	65.000.000
— de la Truyère..	—	44.000.000
Equipement pour traction électrique des canaux.........	16.000.000	
Totaux.....	566.000.000	259.000.000

Ainsi donc, nos ateliers de constructions électriques seraient privés, au profit de concurrents allemands, de la fourniture de plus de la moitié du matériel formant l'équipement des entreprises hydro-électriques à la réalisation desquelles travaillent depuis plus de vingt ans les ingénieurs français, et dont les capitaux français, et même les finances publiques devront faire tous les frais.

Et ceci servira, à n'en pas douter, au développement ultérieur de l'industrie électrique allemande, car les progrès de la construction sont intimement liés à l'importance des commandes exécutées par les ateliers qui alimentent en même temps les services d'études. Les ateliers allemands qui auront établi et mis au point pour 16 millions de tracteurs ou matériel de halage, auront acquis, par ce seul fait, une supériorité certaine qui handicapera lourdement nos constructeurs pour toutes les fournitures ultérieures de ce genre.

De même, le matériel d'entreprise pour le tunnel Saint-Maurice-Wesserling est en totalité (7.000.000) part allemande. Il ne peut être question ici que nos puissants ateliers (Decauville, Weitz, etc.) soient dans l'impossibilité de fournir en temps utile une quantité de matériel relativemnet peu importante.

Ajoutons à ceci que la mise en application très prochaine des accords Wiesbaden-Bemelmans va certainement priver notre industrie des fournitures aux sinistrés du Nord et de l'Est. Sans doute il a été déclaré que ce n'était pas là un débouché normal pour nos constructeurs. Et cependant ne doit-on compter pour rien le développement qui en résulte pour l'industrie allemande, et la taxe d'exportation augmentée de la différence entre les prix allemands et mondiaux, encaissée par le Trésor allemand sur ces fournitures ?

Si nos constructeurs doivent regarder leurs rivaux équiper le Nord et l'Est, va-t-on les évincer aussi des installations du Rhône les plus importantes ? Les chiffres du tableau ci-dessus ne confirment nullement les déclarations faites récemment, qu'une part normale et large serait réservée à notre industrie.

Nous espérons fermement que le programme sera modifié sur ce point. Que la majeure partie des matériaux ou matières premières (ciment et chaux, fers et aciers, même le cuivre) soient fournis par l'Allemagne, ainsi que la main-d'œuvre dont nous manquons, soit. Mais que l'on ne prive pas nos ateliers de constructions électriques, leurs fournisseurs et ouvriers, de débouchés escomptés à juste titre. Il ne faut pas oublier que les chiffres ci-dessus, affectés à l'industrie allemande, s'augmenteront par la suite des pièces de rechange et réparations que l'on ne peut demander qu'aux fabricants, et que ceux-ci ne manqueront pas de faire payer de bons prix.

Les ateliers français ont souffert de la guerre : les plus importants du Nord et de l'Est ont été détruits et ont dû se reconstituer par leurs propres moyens. D'autres ont eu à s'adapter à des fabrications de guerre. Tous ont souffert de la crise industrielle qui a suivi, et du retard apporté aux travaux d'électrification des chemins de fer. Nos constructeurs sont aptes à fournir tout le matériel électrique nécessaire aux installations françaises, à condition que les projets et commandes ne soient pas retardés jusqu'à les mettre en face de fournitures énormes et de délais très courts, ce qui constitue l'excuse ordinaire des commandes à l'étranger, après de longues périodes de demi-travail ou de chômage de nos ouvriers.

Cet écueil est plutôt d'ordre administratif, et il nous suffira de le signaler à la vigilance du ministre soucieux des réalisations qu'est M. Le Trocquer, pour qu'il soit évité dans le vaste programme d'électrification générale actuellement en préparation.

L.-D. FOURCAULT.



DISTRIBUTIONS D'ÉNERGIE

Tracé et piquetage des lignes électriques aériennes de transport d'énergie.

L'établissement des grands réseaux de distribution d'énergie électrique comporte la construction de lignes en pleine campagne, et par suite certains travaux topographiques qui sortent du domaine ordinaire de la technique de l'électricien. L'étude que nous donnons à ce sujet fournit des indications de la plus grande utilité pour la pratique de tels travaux.

Nous pouvons classer, d'une façon générale, le lignes de transport d'énergie électrique en deux grandes catégories :

1° Lignes empruntant le domaine public;

2° Lignes empruntant le domaine privé.

Divers cas particuliers se présentent cependant : nous citerons pour exemple la traversée d'un passage à niveau aux abords immédiats d'une station de chemin de fer. Les difficultés d'accès à la traversée peuvent obliger à quitter la route empruntée pour implanter sur des terrains privés.

Pour l'étude de chacun des tronçons de ligne ainsi créés, on se reportera aux opérations à suivre dans chacun des cas suscités.

LIGNES EMPRUNTANT LE DOMAINE PUBLIC

Ces lignes établies sous le régime des permissions de voirie ou de concession d'Etat sont destinées à fournir l'énergie nécessaire soit à un groupement industriel soit à une série d'agglomérations d'importance secondaire. Elles sont en général construites soit sur des supports en bois (poteaux de 8 à 15 mètres injectés à la créosote ou au sulfate de cuivre) soit sur pylônes en ciment armé.

Certaines lignes de traction sur canaux sont construites sur petits pylônes métalliques implantés sur la voie de hâlage.

Etude du tracé.

L'étude préliminaire du tracé de la ligne projetée se fera au bureau sur une carte d'Etat-major au 1/50.000e de préférence et pour la clarté de l'étude. On cherchera à obtenir autant que possible un tracé des plus courts. Cependant il est parfois avantageux d'allonger quelque peu un tracé pour contourner un monticule en profitant de l'abri qu'il offre contre les éboulements ou les avalanches. En outre on diminue les causes de surtensions atmosphériques en ne se dénivelant point.

Le tracé ainsi déterminé dans ses grandes lignes, il faut le reporter sur le terrain. Cette opération modifie souvent l'ébauche du tracé car on cherchera à éviter le voisinage d'arbres entraînant des élagages toujours onéreux et réduisant également la sécurité de l'exploitation du fait de chutes de branches sur les conducteurs ou sur les isolateurs amenant aussi des disjonctions ou des pertes.

Une visite complète des lieux traversés déterminera ainsi les directives du tracé de la ligne. On notera exactement les points de bifurcation ainsi que l'emplacement des supports de transformateurs aériens, cabines, postes de sectionnement, parafoudres aériens, postes aéro-souterrains.

Piquetage.

La section des conducteurs, leur nombre, la nature des supports étant définis, on déduira la portée moyenne entre appuis et les portées limites à adopter pour obtenir dans les hypothèses de la circulaire ministérielle du 30 juillet 1921 les coefficients de sécurité imposés. On en déduira également les angles limites correspondants avec divers types de supports adoptés. Pour les lignes établies sur pylônes ciment armé on est conduit à adopter quelques types de supports calculés pour des angles choisis en rapport avec les sinuosités prévues au tracé. Ces angles rendent aussi plus délicates les opérations de piquetage.

On est amené ainsi à augmenter le nombre des supports dans les courbes, d'abord pour éviter l'emploi de pylônes spéciaux puis afin de diminuer l'empiètement horizontal des conducteurs sur la voie empruntée.

Cette même remarque s'applique aux lignes établies sur poteaux bois.

En général et pour des lignes normales simples la portée moyenne pour une ligne poteaux bois est de 35 mètres, la portée moyenne pour une ligne sur pylône ciment armé varie de 60 à 80 mètres suivant le type de pylône.

Avant d'entreprendre l'étude des opérations de piquetage nous avons pensé qu'il serait intéressant de faire un exposé des divers profils de voies de

communication avec indication des limites du terrain public.

La limite du terrain public est fixée par l'arête extérieure des talus de déblais ou de remblais. (Voir fig. 1).

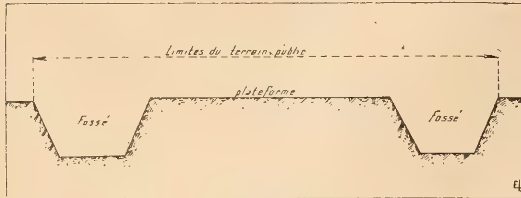


Fig. 1.

Les talus de déblais sont toujours établis à 1/1 ou à 45 degrés. Les talus de remblais sont établis à 3 de base pour 2 de hauteur ou 1/2 de base pour 1 de hauteur (Voir fig. 2 et 3.)

Les dimensions des fossés sont toujours par tiers.

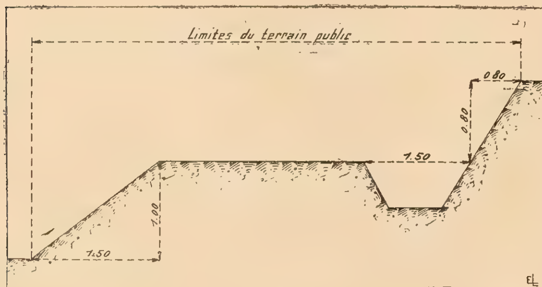


Fig. 3.

Un fossé de 1 m, 50 d'ouverture a 0 m, 50 de plafond et 0 m, 50 de hauteur.

Un fossé de 1 m, 20 d'ouverture a 0 m, 40 de plafond et 0 m, 40 de hauteur.

Un fossé de 1 mètre d'ouverture a 0 m, 33 de plafond et 0 m, 33 de hauteur.

Exceptionnellement les talus de remblais ou de déblais peuvent posséder les inclinaisons autres que celles désignées d'autre part, suivant la nature des terres.

Aussi un talus de déblais établi dans le rocher sera plus raide. Un talus de remblai avec terre argileuse devra avoir une inclinaison moins grande que 3/2 mais ce sont là des cas particuliers.

En général l'implantation des supports se fait à la limite des terrains publics mais il arrive parfois qu'on peut être conduit à les implanter sur le bord intérieur du fossé, dans le talus extérieur du fossé, dans le flanc du talus de remblai ou sur l'accotement à 0 m. 50 du bord intérieur du fossé. Ces intallations sont d'ailleurs parfaitement autorisées par le service du Contrôle et maints exemples peuvent être cités.

Rien ne manque donc pour effectuer les opérations du piquetage de la ligne. Les portées sont déterminées, les angles calculés. Les autres caractéristiques de construction vont se déduire de la nature même du tracé suivi.

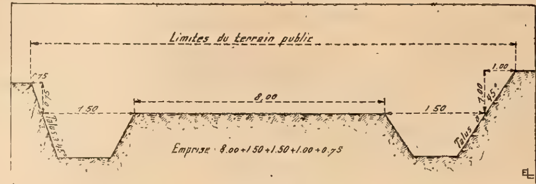


Fig. 2.

L'équipe de piquetage comprendra en général un ingénieur et deux aides. Leur matériel consistera en instrument géodésiques, goniomètre ou boussole, jalons, chaîne d'arpenteur ou podomètre, planchette, règle éclimètre, piquets en bois pour repères, une masse et divers outils de terrassement.

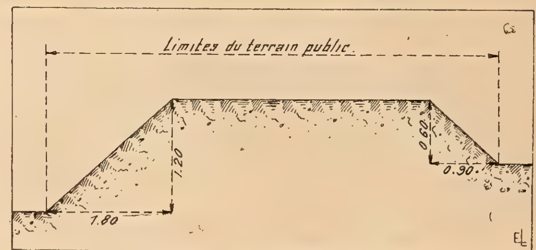


Fig. 4. — Autre profil.

Les relevés d'angle se feront au goniomètre en général si l'on craint des influences magnétiques dans le cas d'emploi d'une boussole. Cependant lorsqu'on ne redoute aucune erreur de ce genre, on peut se servir avantageusement de la boussole Peigné qui permet en outre le relevé à la planchette.

Cependant les lectures au goniomètre présentent l'avantage d'être plus précises surtout lorsque la ligne paraît sinueuse et son emploi est à recommander.

On établira ainsi toutes les caractéristiques de la ligne en se conformant aux instructions de l'arrêté ministériel du 30 juillet 1921 sur les conditions techniques auxquelles doivent satisfaire les distributions d'énergie électrique.

Il y aura lieu de consigner la catégorie du chemin emprunté, son numéro, sa largeur, son profil même, ce dernier élément dans les terrains accidentés pouvant amener à l'emploi de supports spéciaux.

A ce sujet il est rappelé qu'il existe plusieurs catégories de voies. Ce sont les suivantes :

Route départementale (R. D.) ayant de 8 à 20 mètres de plateforme : fossés de 1 m, 50 d'ouverture.

Route nationale (R. N.) ayant de 10 à 30 mètres de plateforme : fossés de 2 mètres d'ouverture.

Chemin de Grande communication (C. G. C.) de 8 mètres de plateforme : fossés de 1 m, 50 d'ouverture.

Chemin d'intérêt commun (C. I. C.) de 7 mètres de plateforme : fossés de 1 m, 20 d'ouverture.

Chemin vicinal ordinaire (C. V. O.) de 6 mètres de plateforme : fossés de 1 m, 50 d'ouverture.

Chemin rural (C. R.) de 3 à 6 mètres de plateforme, souvent sans fossés ou avec fossés de 1 mètre d'ouverture.

Chemin de terre ou d'exploitation reconnu ou non, sans fossés.

Chacune de ces voies sera encadrée dans sa traversée.

Le croquis du tracé de la ligne devra comporter l'existence des maisons, arbres, clôtures, lignes P. T. T., lignes de transport d'énergie, avec leur hauteur, le nombre de fils pour les lignes électriques.

Il sera bon également aux traversées de routes de s'inquiéter du trafic et de la nature des chargements roulants.

Une étude approfondie sera faite des passages principaux : traversées de routes nationales, avec mention des nappes téléphoniques, lignes de transport d'énergie ou de signaux; traversées de canaux, chemins de fer, passages aériens ou souterrains. Un relevé de plan au 1/500e ainsi qu'un profil en long de chacune des traversées sus-citées seront produits. On y indiquera le point kilométrique, la hauteur des obstacles franchis, le nombre de fils des nappes, l'emplacement des supports, le nombre de voies, la hauteur du plan d'eau par rapport à la berge, etc. Aucun détail n'en devra être omis.

L'emploi de la règle éclimètre à alidades du colonel Peigné est à conseiller pour dresser ces plans et établir les profils en long. La précision est assez grande pour de telles opérations. Cet ins-

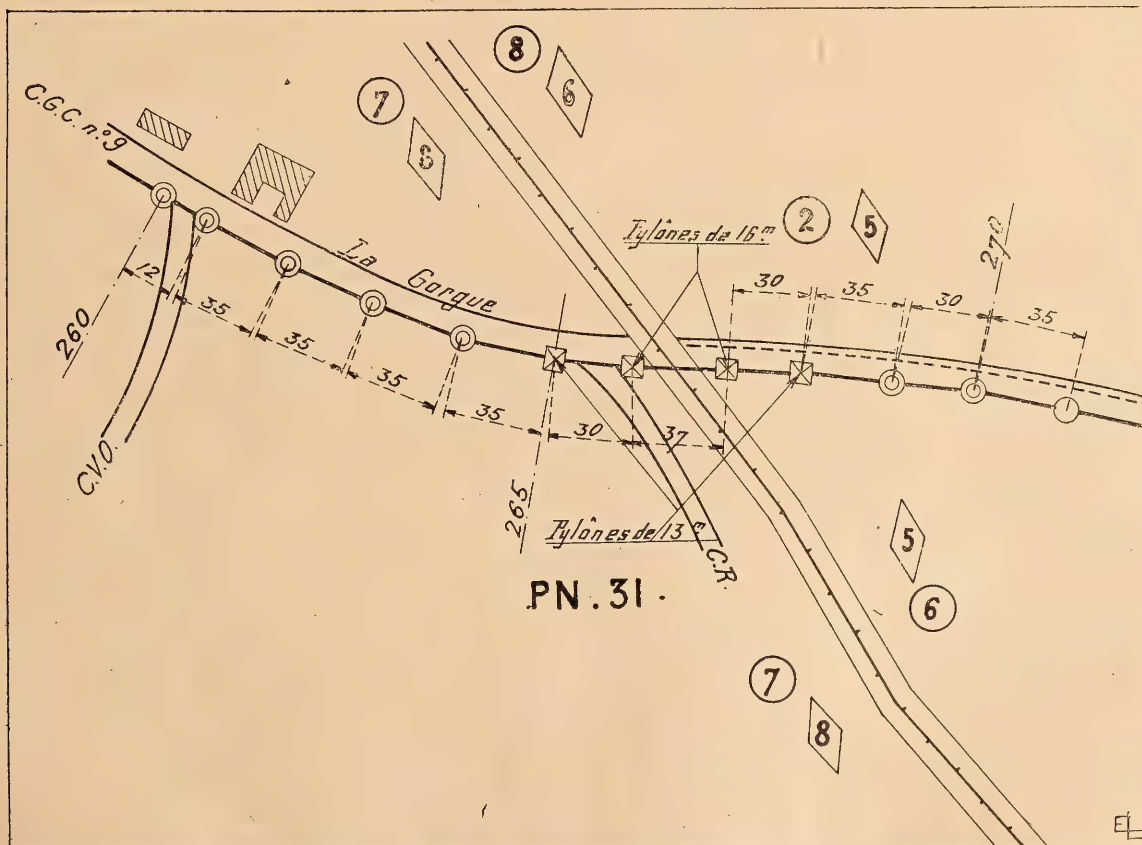


Fig. 5. — Plan du tracé de la ligne au droit l'une traversée de chemin de fer. — Les poteaux jumelés sont indiqués par un cercle double. Les chiffres, dans ces cercles ou losanges, indiquent respectivement le nombre et la hauteur des fils des P. T. T.

***

trument a l'avantage d'opérer à la planchette et de permettre la consignation exacte de tous les détails.

Ces études permettent le calcul des supports spéciaux et de s'assurer que toutes les conditions administratives et de sécurité sont remplies. Elles font d'ailleurs l'objet de dossiers spéciaux d'autorisation, de permission de voirie ou de passage.

Dans tous les cas il sera prudent d'aviser les maires des communes intéressées ainsi que le service des Ponts et Chaussées et le service hydraulique de chaque subdivision traversée.

Le tracé de la ligne dans les agglomérations présente toujours de sérieuses difficultés ; il sera bon de demander à l'habitant devant l'immeuble duquel on doit implanter un support ou sceller un potelet ses projets immédiats de construction ou de réfection. On enquêtera sur l'existence toujours possible d'égouts ou de canalisations souterraines d'eau ou de gaz. On obtiendra même l'autorisation d'effectuer des sondages.

On déterminera ainsi la nature de chaque support : pylône métallique, triplé, contrefiché, jumelé, simple, console murale avec ou sans flèche, console d'avancement type du pylône dans le cas de lignes sur supports ciment armé.

On mentionnera la hauteur de chaque support, son armement (quinconce, parallèle, armement double) la protection des conducteurs dans les courbes, etc., et on résumera toutes ces caractéristiques dans un tableau ou carnet de piquetage conforme au modèle ci-contre.

Dans la colonne observation on indiquera la catégorie de l'obstacle franchi, chemin de fer, canal rivière, route, etc...

On dressera, avec les croquis et les plans spéciaux, un plan d'ensemble tracé du de la ligne à l'échelle du 1 /2.500e. Ce plan sera la reproduction du carnet de piquetage avec tous les détails relevés au coursde l'étude (Voir fig. 5 et tableau ci-contre).

Chaque emplacement de support sera soigneusement repéré. Il sera bon en campagne d'implanter un petit piquet et de décaper le sol autour de ce repère, les enlèvements des piquets toujours à craindre donnant lieu à de grosses erreurs d'implantation.

Dans les agglomérations un signe peint sur un mur ou sur le trottoir sera un repère excellent. Il est toujours facile d'ailleurs d'en noter l'emplacement plus exactement qu'en campagne.

Au cours de ces études on prendra toutes indications concernant la nature du terrain et l'approvisionnement de la ligne. On relevera les facilités d'accès, les gares de terre, les gares d'eau. On prévoiera les dépôts de matériel et on établira un schéma des approvisionnements avec le moins de frais de transport et de main-d'œuvre possible.

Le carnet de piquetage permettra le relevé du matériel nécessaire constituant la ligne et la préparation des bons de sorties ou de commande de matériel.

LIGNES EMPRUNTANT LE DOMAINE PRIVÉ

Etude du tracé.

Ces lignes, en général établies sous le régime de concession d'Etat sont destinées à desservir un ou plusieurs groupements industriels très importants, un port, une exploitation de traction, ou à permettre

CARNET DE PIQUETAGE. — Ligne 15.000 v. de Saint-Venant à Estaires.

N° du support	*Portée*	*Angle*	*Nature du support*	*Hauteur*	*Armement*	*Observations complémentaires.*
260		7	jumelé	13	Quinconce double	traversée C. V. O. cadre de mise à la terre
261	12	8	—	13	—	—
262	35	7	—	13	Quinconce	—
263	35	7	—	13	—	—
264	35	10	—	13	—	—
265	35	12	Pylône métallique	13	Quinconce double	Cadre de mise à la terre —
266	30	5	—	13	—	—
267	37	5	—	16	—	—
268	30	3	—	13	—	—
269	35	6	Jumelé	13	Quinconce	—
270	30	7	—	13	—	—
271	35	2	Simple	13	—	—

la mise en parallèle de deux centrales. Elles sont construites en général sur pylônes métalliques ou sur pylônes en ciment armé encastrés ou à base rapportée suivant la nature des terrains empruntés. La hauteur moyenne de ces pylônes varie de 15 à 20 mètres hors sol pour des portées moyennes de 100 à 180 mètres.

La nature même de ces lignes impose de grands alignements, toutefois comme il a été dit précédemment, il est prudent et même avantageux d'allonger quelque peu un tracé pour profiter des avantages du terrain.

Cette première étude se fera au bureau sur une carte d'état-major au 1/50.000e.

On évitera de couper le moins possible les lignes de chemin de fer et de tramways, les voies navigables, les rivières. On évitera de traverser des agglomérations, les bois et forêts, les marécages, les jardins. On cherchera à emprunter les vallées, passages naturels dans les régions accidentées.

Il faudra tenir compte également des facilités d'approvisionnement et d'exploitation de la ligne, et le voisinage de grandes voies de communication est toujours précieux. C'est ainsi qu'on recherchera à ne pas s'éloigner des canaux, rivières, voies ferrées, grandes routes.

Une première étude sera donc ébauchée dans ses grandes lignes, les angles seront repérés, et d'ores et déjà on pourra prévoir les supports spéciaux de traversées de voies ferrées, canaux et routes nationales.

On procédera ensuite à la reconnaissance de ce tracé sur le terrain.

Des visées au tachéomètre rendront compte des facilités de passage. C'est au cours de ces recherches que l'on posera les premiers jalons. A cet effet, des signaux géodésiques constitués par des mâts supportant un fanion ou une botte de paille recouverte d'un drap blanc, ou même un voyant point en rouge et blanc seront placés de distance en distance de préférence sur les côtés et à chaque sommet d'angle mais toujours de façon à ce que d'un point quelconque on en aperçoive toujours au moins deux.

Cette opération de balisage est des plus importantes, elle permet déjà de se faire une idée générale du tracé. Il sera bon de bétonner soigneusement chaque signal, sa disparition entraînant les plus graves conséquences.

Ce tracé de la ligne étant pour ainsi dire défini sur le terrain on fera procéder par un géomètre au relevé du profil en long et du terrain sur une bande d'environ 100 mètres à l'échelle de 1/2.500e pour les longueurs et de 1/500e pour les hauteurs, une échelle plus grande pour ces derniers éléments déformant par trop le profil.

On fera ainsi relever soigneusement les limites de cultures ou de propriétés aves indication des catégories de terrain : terre industrielle, terre à labours, bois, marais, etc... ; les voies de communication, les rivières, canaux, fossés avec toutes indications utiles sur leur direction, leur largeur, leur nature. On consignera tous les obstacles : arbres, lignes de transport, de force ou téléphoniques, habitations avec leur hauteur, leur nature, le nombre de fils, l'emplacement des supports.

On fera étudier les traversées spéciales telles que traversées de routes nationales, canaux, voies ferrées, passages délicats en produisant à l'échelle de 1/500e le plan des abords immédiats et le profil en long de chaque traversée. Ces documents serviront pour l'étude de pylônes spéciaux et devront constituer les pièces de dossiers administratifs.

Des repères précis constitués soit par des bornes en ciment enterrées et ne dépassant que de 10 à 15 centimètres le sol, soit par des piquets en bois, marqueront sur le terrain le passage exact de la ligne, ces repères seront placés de préférence à la limite de deux cultures, sur le bord d'une route, d'une rivière et toujours de façon à permettre et la mise en station du tachéomètre ou du cercle d'alignement et la visée sur deux autres points de la ligne.

Ces repères seront numérotés et reportés au profil.

Au cours de ces opérations, il sera bon de s'adjoindre une équipe de sondage afin d'étudier la nature des terrains traversés et d'en déduire aussi les caractéristiques de chacun des pylônes.

On effectuera aussi des coups de sonde sur toute la ligne à chaque changement de terrain ; on notera la coupe du sol, dans les terrains marécageux, le niveau d'eau et, si possible le débit d'eau à la fouille. Ces renseignements étant d'importance capitale pour la construction de la ligne.

Des renseignements auprès des habitants du pays peuvent être également très utiles.

Durant cette période d'études on ne perdra pas de vue non plus la question des approvisionnements très importante pour cette catégorie de lignes où il faut avoir recours parfois au Decauville.

On se rendra compte de la proximité de gares, canaux, rivières navigables, de l'accès par routes, de l'existence de sablières, carrières, des conditions de main-d'œuvre pour transport des matériaux et travaux de construction.

On fera également procéder, dans chaque mairie au relevé d'extrait de plans cadastraux et au report, sur ces plans, du tracé de la ligne.

Piquetage d'étude (Voir fig. 6).

Le profil en long et le plan annexé portant toutes indications utiles, il sera aisé au bureau d'étudier



Fig. 6. — Portions de profil en long et de plan du tracé.

l'emplacement de chacun des supports déterminés et de s'assurer que l'on satisfait aux conditions de la circulaire ministérielle. Entre autre on cherchera à encadrer chaque voie de communication traversée ou chaque ligne Haute Tension à franchir et, dans la mesure du possible on implantera les supports à la limite de propriétés ou de culture, l'existence d'un pylône dans une terre étant toujours une gêne pour les travaux agricoles. C'est d'ailleurs l'une des raisons majeures motivant le refus d'autorisation d'implanter.

Un report sur plan au 1/10.000e sera également fait et ce plan servira, outre les indications recueillies sur place à l'étude de l'approvisionnement des matériaux de fondation.

Report sur le terrain.

On reportera sur le terrain le piquetage d'étude en suivant les indications du tracé au moyen des repères d'étude établis au cours des opérations préliminaires de balisage et de relevé de plan.

On indiquera sur le sol l'emplacement de chaque

support par un repère spécial, par exemple, un liteau de 1 mètre de hauteur numéroté. Cette opération a pour but de classer d'une façon définitive chaque parcelle de terre à occuper. Elle amène à la suite d'observations ou de demandes de la part des propriétaires ou locataires intéressés quelques modifications au piquetage d'étude et on se rendra compte avant tout, au moyen du profil de la chaînette d'étude que les hauteurs des nappes des conducteurs sont supérieures aux limites imposées.

On reportera ensuite sur le plan cadastral l'emplacement définitif de chaque support.

RECHERCHE DES PROPRIÉTAIRES ET LOCATAIRES. — CONSTITUTION DES DOSSIERS DE DEMANDES D'OCCUPATION ET D'ÉLAGAGE

Dans chaque commune il sera bon d'intéresser le Maire aux opérations et d'obtenir son aide auprès de ses administrés. Le garde champêtre, dans une visite de la ligne renseignera sur les noms et adresses des propriétaires et locataires, et, au cours de cette visite on relèvera la longueur de la nappe des conducteurs sur chaque parcelle occupée, cette mention faisant l'objet d'un point de constitution des dossiers administratifs.

On relèvera également les noms des propriétaires ou locataires des terrains où des arbres seront à abattre ou à élaguer.

Chaque pylône étant ainsi défini on résumera toutes ces notes commune par commune dans un tableau ayant en tête de colonnes : N° du pylône. Désignation cadastrale. Longueur sur le sol de la nappe des conducteurs. Contenance occupée sur le sol par le pylône. Nom et adresse du propriétaire. Acceptation ou refus. Nom et adresse du locataire. Acceptation ou refus. Observations.

Il sera bon pour obtenir les signatures d'autorisations d'implantation ou d'élagage de se mettre en relations avec une notabilité du pays.

On se méfie toujours d'un étranger et de ses propositions.

Les indemnités à accorder varient suivant la nature du massif de base, ses dimensions, l'emplacement du support dans la propriété et par suite la gêne en résultant pour les travaux de culture. En ce qui concerne les terrains appartenant aux hospices, bureaux de bienfaisance, évêchés, terrains militaires, il est bon d'adresser les demandes d'autorisations accompagnées d'un extrait de plan du 1/25.000e et d'un extrait de plan cadastral à MM. les présidents de la Commission d'administration intéressée ou au Commandant de place.

Ces demandes se feront en triple exemplaires.

Piquetage définitif.

Cette opération doit précéder en général de très peu de temps les travaux de construction de la ligne, les opérations agricoles pouvant être cause d'un déplacement de piquets ou même d'enlèvement de ceux-ci. L'agent chargé du piquetage a désormais en main tous les renseignements nécessaires.

Cette opération se fera soit au tachéomètre, soit de préférence au cercle d'alignement. Les bornes en ciment lui assureront des points de stationnement précis.

On ne peut guère proposer de méthode de piquetage, cependant on peut rationnellement opérer comme suit, cette méthode ayant donné d'assez bons résultats.

Un piquet de grosseur moyenne sera implanté jusqu'à ras du sol à l'emplacement du support. Deux autres piquets distants de 5 mètres au minimum de part et d'autre du premier et dans la direction de la ligne sur lesquels on aura précisé le repère par un clou ou une marque indélébile quelconque formeront point de direction et d'orientation du pylône.

Un gabarit aux dimensions de la fouille correspondant au support en question pourra être aisément orienté dans une direction convenable.

En terrain plat, ces piquets peuvent servir à aligner le pylône, mais cette méthode n'est pas à recommander, le piétinement du sol par les manœuvres d'approvisionnement et de levage faisant toujours varier leur position, quand ils ne sont pas enlevés, et des erreurs sont fatales.

Les méthodes courantes d'alignement au tachéomètre ou à la jumelle en se plaçant sur un repère assez éloigné sont connues et donnent plus d'exactitude.

G. Bourret,
Ingénieur E. B. P.

L'ÉLECTRIFICATION EN SUISSE

Pour l'électrification de la ligne du Saint-Gothard, on avait fait seulement appel, pour la fourniture des câbles, aux maisons suisses et l'on avait refusé, entre autres, les propositions des Allemands qui offraient des prix plus avantageux. On vient actuellement, par contre, de faire appel à la concurrence de tous les pays pour l'électrification de 4.825 km, dont 3.000 avec un fort trafic.

En même temps on constate en Suisse une assez forte opposition à l'électrification des lignes secondaires, surtout à la suite de la baisse du charbon. L'équipement électrique est très coûteux, trouve-t-on, et le trafic sur plusieurs de ces lignes secondaires est minime.

M. G.

PRATIQUE INDUSTRIELLE

Détermination des chutes de tension dans un transformateur.

L'étude que nous allons faire est une étude pratique, dont les conclusions, sans être rigoureuses, diffèrent assez peu de la théorie absolue et des vérifications expérimentales, pour qu'elles puissent être considérées comme exactes. Elle est dirigée dans le but de prévoir les chutes de tension dans un transformateur, et d'évaluer, pour une certaine charge, la tension secondaire U″ en fonction de la tension primaire U′, ou U′ en fonction de U″. La méthode exposée donne des résultats du même ordre d'approximation que ceux de Kapp; son mécanisme pourra paraître plus simple et son application parfois plus précise. En effet, dans le cas où le transformateur possède peu de fuites et des enroulements assez résistants, la construction du triangle de Kapp peut être très difficile, car l'hypoténuse U′*m* est peu différente du côté de l'angle droit I″ $(R''+R'm^2)$ et la moindre erreur de mesure peut conduire à une hypoténuse plus petite que le côté de l'angle droit. Ici il est inutile de mesurer les résistances R′ et R″ des enroulements et les lectures nécessaires aux calculs se faisant en même temps sur des appareils alternatifs (ampèremètre, voltmètre, et wattmètre, facilement vérifiables l'un sur l'autre avant leur emploi), il est possible d'opérer plus sûrement.

Principe.

Si un transformateur de rapport de transformation *m* avait un rendement parfait et aucunes chutes de tension intérieures, nous aurions en toute rigueur les relations suivantes : entre les tensions U″ = U′*m*, entre les courants : I″ = I′/*m* et cos φ′

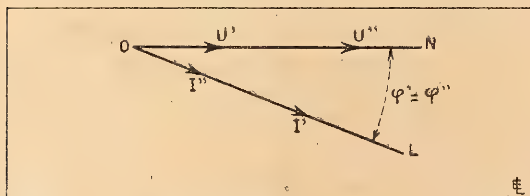


Fig. 1

= cos φ″; la représentation graphique (fig. 1) donnerait en OL la direction commune des courants I′ et I″, en ON la direction commune des tensions U′ et U″, ces deux directions faisant entre elles un angle φ′ = φ″ déterminé par la nature des récepteurs. En réalité, lorsque le transformateur est en charge, il se produit des chutes de tension intérieures dues aux résistances des enroulements et aux flux de fuites, et la relation U″ = U′ *m* ne subsiste que pour le fonctionnement à vide. En charge U″ diffère de U′*m* en grandeur et en direction la figure 2 nous fait voir que ces deux quantités U′*m* = OA et U″ = OB ont une différence géométrique AB dont la grandeur donne une idée des chutes de tension dans le transformateur. Ce vecteur AB jouit de deux propriétés caractéristiques :

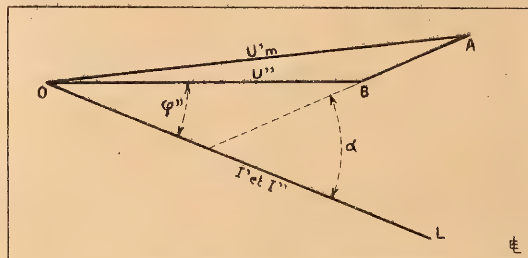


Fig. 2.

1° AB a une longueur proportionnelle au courant secondaire I″ débité, et nous pouvons poser : AB = *a*I″.

2° AB fait avec la direction des courants OL, un angle α invariable avec la charge.

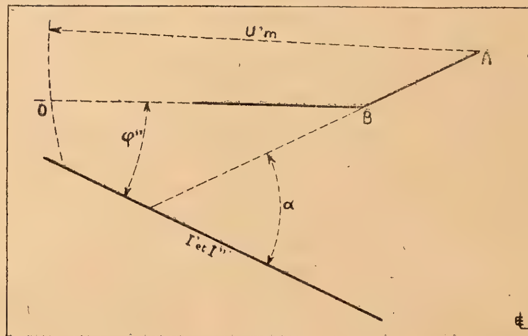


Fig. 3.

Applications.

Les constantes *a* et α étant supposées connues, il devient simple de traiter les problèmes suivants :

1° Trouver la tension primaire U′ à appliquer pour avoir U″ au secondaire lorsque celui-ci débite un courant I″ dans des récepteurs ayant un certain cos φ (cos φ″). Nous traçons OB = U″ faisant un angle φ″ avec OL (voir fig. 2), puis BA = *a*I″ faisant un angle α avec OL, nous mesurons OA = U′*m*, d'où U′.

2° Trouver la tension U'' au secondaire, lorsque celui-ci débite I'' dans des récepteurs ayant un certain cos φ (cos φ''), le primaire étant soumis à la tension U'. Nous plaçons U'' en direction (faisant φ'' avec la direction des courants), puis BA $= a$ I'' en grandeur et en direction (faisant un angle α avec la direction des courants), de A nous décrivons un arc de cercle de rayon $U'm$ et mesurons $U'' =$ OB (fig. 3).

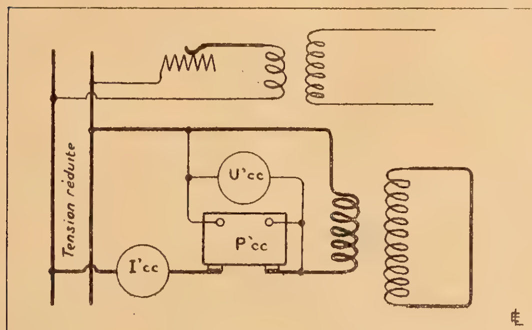


Fig. 4

Détermination des constantes a et α.

Ces deux constantes se déterminent par un essai demandant une très faible puissance. La tension réduite à 1/10 ou 1/20 peut être obtenue par transformateur et rhéostats.

1° Transformateur monophasé. — Le secondaire est court-circuité, le primaire est monté comme pour une mesure de facteur de puissance (fig. 4). Nous réglons le courant à une valeur voisine de I' normal et mesurons $U'cc$, $I'cc$, $P'cc$. Etant dans le cas où $U'' = 0$, le diagramme (fig. 5) nous montre que $U_{cc}'m = aI''_{cc} = aI'_{cc}/m$, d'où :

$$a = \frac{U'_{cc}}{I'_{cc}} m^2$$

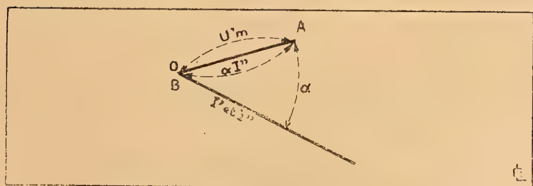


Fig. 5.

D'autre part le même diagramme montre que l'angle de déphasage de $U'cc$ sur $I'cc$ devient α, donc :

$$\cos \alpha = \frac{P'_{cc}}{U'_{cc} \cdot I'_{cc}} \text{ et } \alpha \text{ est déterminé.}$$

2° Transformateur triphasé. — Quel que soit le montage intérieur du transformateur (triangle-triangle, étoile-étoile, triangle-étoile), la méthode s'applique intégralement. U'', U', $U'cc$, représentent toujours les tensions entre fils et I'', I', $I'cc$, les courants par fils. Seule diffère la mesure de $P'cc$. Nous pouvons employer la méthode des deux wattmètres avec un seul wattmètre et inverseur; ou réaliser le montage de la figure 6, à l'aide du point

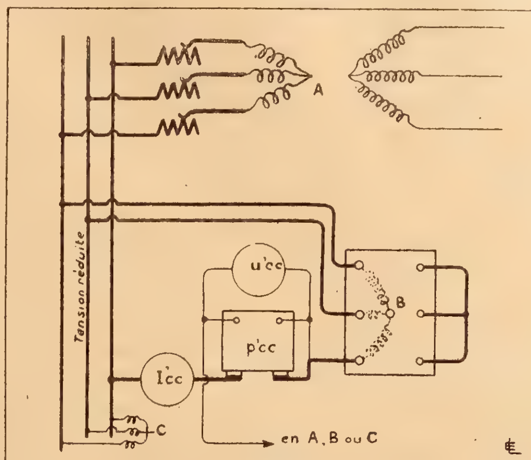


Fig. 6.

neutre B du primaire du tranformateur, ou d'un neutre artificiel c. Pour ce dernier montage, si $u'cc$, $I'cc$, $p'cc$, sont les indications des appareils, nous aurons :

$$a = \frac{\sqrt{3}\, u'_{cc}}{I'_{cc}} m^2 \quad \text{et} \quad \cos \alpha = \frac{p'_{cc}}{u'_{cc} \cdot I'_{cc}}$$

Remarque. — Les résultats de cette méthode et de celle de Kapp coïncident si nous considérons que la puissance mesurée en court-circuit est totalement absorbée par effet joule dans les enroulements; ce qui est admissible, puisqu'en court-circuit sous tension réduite, le flux est très petit et les pertes dans le fer environ 1/300 des pertes par effet joule.

J. Vuillermoz,
Ing. I. E. G.



EFFET DE COURT-CIRCUIT

Dans une station à courant continu 450 volts s'est passé le fait suivant :

Trois génératrices débitent en parallèle sur un tableau d'où rayonnent les lignes des moteurs distants de 50 à 500 mètres : Une des génératrices fournit 555 ampères, les deux autres chacune 280 ampères.

Chacune des génératrices est protégée par un disjoncteur Société alsacienne commandé par relais à maximum et inversion de courant. Les lignes sont protégées par des fusibles et des disjoncteurs à maximum; celle dont il sera question par un

Vedovelli Carter 50 ampères réglé vers 90 ampères.

Au voisinage de la station dans une courte portée d'environ 7 mètres, la ligne alimentant les ponts roulants est composée de 2 fils de cuivre sur 40/10e par pôle, elle est mal tendue, bossuée par suite de déplacements, les fils sont écartés de $0^{m},13$ seulement, de sorte qu'un effort de 600 à 700 grammes exercé sur l'un des deux fils suffit à l'amener à mi-distance de son voisin qui se trouve dans le même plan horizontal.

Un court-circuit franc s'étant produit sur la ligne des ponts à peu de distance de la station, j'ai constaté que dans la portée ci-dessus les fils étaient venus en contact...

Après examen, j'ai conclu que l'effort de répulsion exercé entre fils par le courant de court-circuit, les a fait vibrer et amenés en contact.

En effet, à l'instant du court-circuit il s'écoule un temps très court mais sans doute suffisaut pour que l'intensité prenne une valeur très élevée avant la coupure par disjoncteur et fusibles. L'action électrodynamique de deux courants rectilignes parallèles (de sens opposé $\pm$ répulsion) est donnée par : $F = \frac{2II'l}{d}$ dynes (en unités électromagnétiques).

Si, par exemple, l'intensité du C. C. atteint *2.000 ampèrs*, l'effort de répulsion sera :

$$F = \frac{2 \times 200 \times 200 \times 700}{13} = 4.307.692 \text{ dynes}$$

$$\text{ou } 4.307.692 \times \frac{1}{981} = 4.390 \text{ grammes.}$$

Etant uniformément réparti, il est au milieu de *2.195 grammes.*

Cette intensité est-elle possible ?

La ligne présente une résistance d'environ 0 Ω 084
l'induit du dynamo environ 0 Ω 009
0 Ω 057

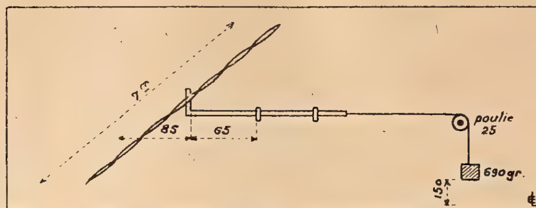


Fig. 1.

Mais il faut tenir compte :

De la résistance de contact des balais ; de la résistance des fusibles ; de celle des shunts d'ampèremètre ; des contacts d'appareillage, de la self-induction...

Et remarquer que 3 dynamos débitent en parallèle, qu'une dizaine de moteurs shunts actionnant des machines-outils à peu de distance partent probablement instantanément en génératrices.

Toutes choses difficiles à calculer ; mais l'intensité peut certainement atteindre une valeur suffisamment élevée.

Quelle peut-être la durée de cette intensité ? Ce choc instantané est-il suffisant pour vaincre l'inertie des fils, les écarter avec une violence suffisante pour qu'ils reviennent en contact par élasticité ?

J'ai tendu une ligne d'essai identique à celle en cause. J'ai placé horizontalement un crochet pouvant coulisser sous l'effet d'un poids de 690 gr. et venant accrocher la ligne pour l'entraîner de 65 millimètres par la chute du poids de 150 millimètres de hauteur (fig. 1).

L'effort a été suffisant. FORNARO.

EXTRAITS-COMPTE RENDUS

Progrès récents en téléphonie sans fil.

Les progrès de la téléphonie sans fil furent si lents au début que l'on put croire à l'inefficacité de ce système de communication. Ce n'est qu'en 1913 que les essais de la Marconi Wireless Telegraph Company, consécutifs à l'invention de la valve Fleming, vinrent redonner de l'espoir. Quand la guerre éclata on était en train de construire des groupes d'une portée de 50 kilomètres.

Dans ces essais d'avant guerre on employait une lampe à trois électrodes et une batterie de 500 volts. Des oscillations entretenues étaient engendrées dans un circuit fermé couplé à l'antenne. Le microphone était connecté en série à la partie inférieure de l'antenne, procédé défectueux car le microphone ne pouvant supporter que de faibles intensités, la puissance était limitée de ce fait.

Depuis l'armistice, on a beaucoup étudié la question, et des progrès satisfaisants ont été obtenus.

Parmi les appareils les plus récents signalons l'émetteur télégraphique et téléphonique de 6 kilowatts construit par la compagnie Marconi. Cet appareil fut d'ailleurs bientôt remplacé par un

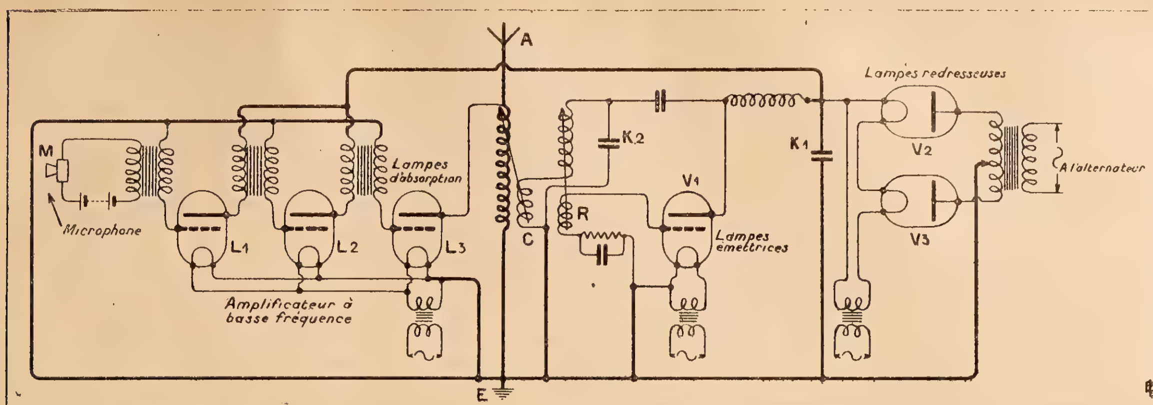


Fig 1.

émetteur combiné de 15 kilowatts fonctionnant sur une longueur d'onde de 2.800 mètres et que décrit *The Electrician*; nous allons en donner un aperçu succinct.

Le courant nécessaire pour les tubes à vide émetteurs est fourni par un alternateur de 15 kilowatts. Ce courant qui a une tension de 500 volts et une fréquence de 200 périodes est envoyé au primaire d'un transformateur de 20.000 volts dont le secondaire est connecté à des tubes à vide redresseurs V_2 et V_3 (fig. 1). On obtient ainsi du courant continu à haute tension qui va servir à alimenter les lampes émettrices et amplificatrices.

Le microphone M imprime des variations de tension aux deux lampes amplificatrices à basse fréquence L_1 et L_2. La troisième lampe voisine, L_3 est une lampe d'absorption dont nous verrons bientôt le rôle.

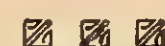
Les lampes émettrices V_1 (nous n'en avons représenté qu'une sur la figure) engendrent des oscillations dans un circuit oscillant couplé avec l'antenne.

Il est évident que pour que la parole soit entendue dans une antenne réceptrice, il faut que les oscillations produites par la voix dans les circuits émetteurs soient superposés aux oscillations de haute fréquence. Les oscillations de haute fréquence sont représentées par une courbe d'allure sinusoïdale d'amplitude constante; lorsqu'on superpose les oscillations d'amplitude variable dues à la voix, on obtient une courbe dont les amplitudes sont très variables; seule la moitié supérieure de la courbe est d'ailleurs utilisée car à la réception le détecteur supprime la moitié inférieure.

Pour éliminer la distortion des harmoniques dans les oscillations dues à la voix et obtenir ainsi une reproduction de la parole aussi pure que possible, on a constaté que la meilleure méthode de modulation consiste à absorber l'énergie dans l'antenne selon les oscillations formées par la voix (méthode d'absorption). Pour cela les variations de voltage du courant de voix sont amplifiées, comme nous l'avons vu, et sont transmises à la grille de la lampe d'absorption. Or on sait que la résistance d'une lampe à trois électrodes varie avec le voltage imprimé à la grille, de sorte que dans le cas considéré le pouvoir conducteur de la lampe d'absorption varie avec la courbe de voltage produite par la voix.

La lampe d'absorption placée en dérivation sur l'antenne absorbe donc de l'énergie de l'antenne (énergie qui a été fournie par la lampe émettrice), selon le degré auquel les a rendues conductrices le voltage dû à la parole. Cette énergie est dissipée sous forme de chaleur dans la lampe elle-même, aussi doit-on lui donner des dimensions suffisantes.

M. G.



APPAREILS POUR MESURER le nombre de spires des bobines.

Dans les laboratoires on emploie ordinairement la méthode du galvanomètre balistique et d'une bobine étalon dont on connaît le nombre de spires insérées. La méthode peut être employée avec la disposition de réduction à zéro, en connectant la bobine étalon en série avec celle à mesurer, mais en sens inverse, de façon qu'une inversion de courant ne donne aucune déviation du galvanomètre. On peut aussi adopter la disposition de comparaison, en notant les résistances à insérer pour que la bobine à mesurer et la bobine étalon produisent la même déviation.

La figure 1 représente un dispositif commode donné par la *General Electric Review* pour mesurer les enroulements du champ des moteurs quand il ne faut pas une précision supérieure à 99 %. Dans le schéma de la figure 1, P représente un long solénoïde à noyau de fer qui fonctionne comme primaire d'un transformateur; étant donné la longueur du solénoide, on peut admettre que dans la

région milieu où sont placés les enroulements X à mesurer et C étalon, le flux magnétique est uniforme.

Les enroulements X et C sont tous deux reliés à un voltmètre à haute résistance. Celui qui est

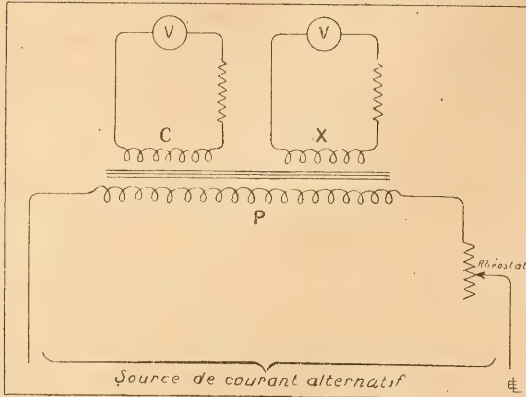


Fig. 1,

connecté à C porte une seule position fixe indiquée sur son échelle, tandis que celui qui est connecté à X est gradué en nombre de spires. L'aiguille du voltmètre de C se porte dans la position fixe de la graduation quand on fait varier le rhéostat. Il suffit alors de lire sur le voltmètre de X, directement le nombre de spires ; la résistance du voltmètre doit être telle que les variations de résistance des enroulements que l'on mesure donnent des erreurs négligeables.

L'appareil de la figure 2 est adapté à la mesure du nombre de spires des bobines des appareils. Il forme un potentiomètre à courant alternatif dans lequel la chute de tension dans la résistance à contact variable compense la force électromotrice induite dans la bobine à mesurer X. Les deux transformateurs P_e et P_t sont du type sans noyau ; celui de mesure est très long et on en utilise la région milieu ; celui d'excitation est court et étudié de façon à ce que la charge due au circuit de la résistance variable soit négligeable.

Les résistances r_1, r_2... r_n sont toutes réglées de façon à avoir une valeur égale à 90 % de la résistance du fil. On met à la place de X une bobine étalon de 100 spires, on porte le bras l sur r, et le contact k au zéro, puis on règle R_s de façon à ce que l'indicateur indique zéro. Le bras l est ensuite porté au zéro et k déplacé sur le fil jusqu'à ce que l'indicateur indique encore zéro. Cette position est indiquée par 100 et le reste du fil est gradué de zéro à 110. De cette façon le fil sert pour les enroulements de zéro à 110 spires. Chacune des résistances r_1, r_2... r_n, représente 100 spires.

Comme indicateur on peut employer un appareil sensible quelconque à courant alternatif.

Le dispositif décrit offre l'avantage d'être utili-

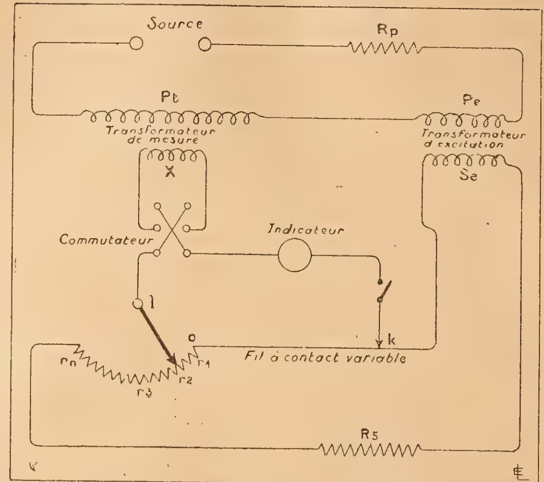


Fig. 2.

sable entre de très larges limites et de conserver toujours la même sensibilité, de sorte que l'erreur d'une spire se reconnaît aussi aisément dans une bobine de 1.000 spires que dans une bobine de 10. Ces mesures ne sont pas influencées par des variations de tension de la source d'alimentation, ni par des variations modérées de la fréquence.

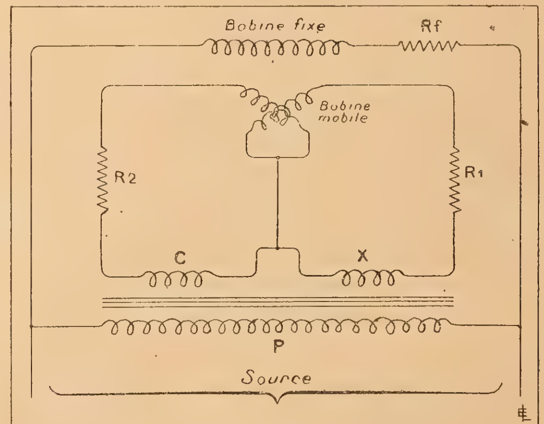


Fig. 3.

Un appareil qui offre l'avantage de permettre une grande vitesse dans les mesures, en donnant cependant une grande précision, est celui de la figure 3. Les bobines X et C sont connectées aux deux bobines mobiles d'un appareil indicateur. Les bobines mobiles sont montées sur le même arbre et font un certain angle entre elles. Les résistances R_1 R_2 servent soit à prévenir des échauffements dange-

reux, soit à rendre négligeables les variations de résistance en X ou en C.

Les bobines fixes sont alimentées par la source excitatrice.

Quand il faut une grande sensibilité, on a recours à une troisième bobine auxiliaire entre X et C; on la met en série avec X mais en sens contraire et elle a un nombre de spires moindres; cela équivaut à considérer une bobine X ayant un nombre de spires actives moindre. On donne à C un nombre de spires égal à la différence des deux nombres de spires, de sorte qu'une faible variation dans X équivaut à une forte variation de l'ensemble. Si nous prenons par exemple X = 100, et une bobine auxiliaire de 90, on fera C = 10; la variation de 1 spire dans X équivaudra à une variation de 10%. On peut ainsi mesurer une fraction de spires, ce qui est avantageux lorsqu'on a à mesurer avec exactitude plusieurs bobines égales.

La dernière méthode décrite est la plus simple, car l'opérateur se borne à insérer la bobine à mesurer et lit directement sur l'instrument sans rien manœuvrer. La méthode a cependant l'inconvénient de nécessiter une bobine étalon exacte pour chaque type de bobine à vérifier.

M. G.

Informations.

Autorisations. — Concessions.

Nord. — La Société Energie Electrique du Nord de la France qui a déposé, une demande de concession par l'Etat d'une distribution d'énergie électrique aux services publics a sollicité l'autorisation de construire immédiatement une canalisation électrique souterraine de la deuxième catégorie entre la sous-station de la Madeleine et le poste de la rue Ferdinand à Hellemmes, sur les territoires de la Madeleine, Lille et Hellemmes.

Cette même Société a demandé également l'autorisation de construire immédiatement une canalisation à haute tension dans les communes de Roubaix et de Wattrelos destinée à effectuer un bouclage des câbles de ladite Société dans cette région.

Ces canalisations feront partie intégrante de la concession.

— La Société d'Electricité de la région de Valenciennes-Anzin a sollicité l'autorisation d'établir un embranchement électrique à haute tension destiné à alimenter l'usine Leclercq à Lieu-Saint-Amand (Nord).

Cet embranchement est relié à la ligne haute tension Haspres-Neuville-sur-Escaut faisant partie d'une demande de concession précédemment sollicitée par la même Société.

— La Société Electricité et Gaz du Nord, 75, boulevard Haussmann, a demandé l'autorisation d'établir une canalisation haute tension souterraine destinée à alimenter une cabine de transformation 10.000 /15.000 volts.

Cette ligne emprunterait le territoire des communes d'Aulnoye et de Leval.

Nord. — La Société électrique de l'Ostrovent qui a présenté une demande de concession a sollicité l'autorisation d'établir provisoirement sans attendre l'achèvement des formalités de la procédure une ligne électrique aérienne à haute tension allant de Vred à Merchiennes-Ville.

— La Société Energie Electrique du Nord de la France a demandé l'autorisation d'établir et d'exploiter une ligne électrique aérienne de Lezennes à Honchin et à Lesquin.

— La Société Energie Electrique du Nord de la France a demandé l'autorisation d'établir sous le sol de la route nationale n° 17, dans la traversée des communes de Marquette et de Marcq-en-Barœul une canalisation électrique souterraine haute tension destinée à alimenter l'usine de M. Delattre, à Marcq-en-Barœul.

Meurthe-et-Moselle. — La Société Energie-Eclairage dont le siège social est à Nancy, 24, place Carrière, demande la déclaration d'utilité publique d'un réseau de lignes à haute tension dont la concession lui a été accordée en 1919.

Cette demande doit donner lieu à un regroupement des lignes existantes dans lesquelles seraient intercalées des lignes construites par les Allemands et qui ont été attribuées à cette Société par le Comité exécutif des régions libérées.

Ce réseau comprendrait des lignes à 17.500 volts et à 6.500 volts.

Les communes traversées par ce réseau sont les suivantes : Anoux, Auboue, Audun-le-Roman, Batilly, Bettainvillers, Beuvillers, Bruville, Conflans, Doncourt, Genaville-les-Baroches, Giraumont, Hatrize, Homecourt, Jarny, Jouaville, Jou-

dreville, Labry, Landres, Lantefontaine, Mairy-Mainville, Mance, Mancieulles, Mars-la-Tour, Moineville, Moutiers, Murville, Morroy-le-Sec, Piennes, Serrouville, Trieux, Valleroy.

Morbihan et Côtes-du-Nord. — La Société Générale d'Entreprises a demandé la concession par l'Etat d'une distribution d'énergie électrique aux services publics dans les départements du Morbihan et des Côtes-du-Nord, sur le parcours des lignes suivantes :

1° La ligne reliant l'usine hydro-électrique projetée sur le Blavet à 1.300 mètres en amont de Saint-Aignan à Saint-Brieuc et traversant les communes suivantes :

Dans le département du Morbihan : Saint-Aignan.

Dans le département des Côtes-du-Nord : Mur de Bretagne, Saint-Gilles-du-Vieux-Marché, Saint-Mayeux, Merléac, Saint-Martin-des-Prés, Le Bodéon, La Harmoye, Lanfins, Saint-Bihy, Quintin, Le Foeil, Plaintel, Plaine-Haute, Saint-Julien, Ploufragan, Saint-Brieuc.

2° La ligne reliant ladite usine à Merdrignac en traversant les communes suivantes :

Dans le département du Morbihan : Saint-Aignan.

Dans le département des Côtes-du-Nord : Mur de Bretagne, Saint-Guen, Saint-Connec, Saint-Caradec, Hémonstoir, Loudéac, La Prenessaye, Plémet, Laurenan, Gommené, Merdrignac.

3° La ligne reliant ladite usine à Rostrenen en traversant les communes de :

Dans le département du Morbihan : Saint-Aignan.

Dans le département des Cotes-du-Nord : Mur de Bretagne, Caurel, Saint-Gelven, Lamicoat, Gouarec, Plougernevel, Rostrenen.

4° La ligne reliant Loudéac à Ploërmel en traversant les communes de :

Dans le département des Côtes-du-Nord : Loudéac, Saint-Barnabé, Saint-Maudan.

Dans le département du Morbihan : Saint-Samson, Rohan, Brehan, Loudéac, Les Forges, Pleugriffet, Lanoue, La Crée-Saint-Laurent, Josselin, La Croix-Helléan, Guillec, Taupont, Ploërmel.

5° La ligne reliant ladite usine à Vannes par Auray et traversant les communes de :

Dans le département du Morbihan : Saint-Aignan, Sainte-Brigitte, Kergriet, Neulliac, Clerguérac, Saint-Gérand, Malguérac, Pontivy, Le Sourn, Saint-Thuriau, Moustoit-Remugnon, Bienzy, Pluméliau, Saint-Barthélémy, Guénin, Remugnol, Baué, Camors, La Chapelle-Neuve, Pluvignier, Brandivy, Brech, Landaul, Plumeret, Auray, Plougoumelen, Ploeren, Plescop et Vannes.

6° La ligne reliant Baud à Hennebont et éventuellement à Lorient et traversant les communes de :

Dans le département du Morbihan : Baud, Lnaguidic, Quistinic, Branderion, Inzinzac, Hennebont, Caudan et Lorient.

7° Eventuellement la ligne reliant Auray à Quiberon et traversant les communes de Auray, Crach, La Trinité, Carnac, Plouharmel, Saint-Pierre et Quiberon *dans le département du Morbihan.*

Moselle. — La Société Lorraine des Aciéries de Rombas a demandé l'autorisation d'établir par permission de voirie une ligne électrique souterraine destinée à alimenter l'usine Jost sur la commune d'Amnéville et une ligne aérienne haute tension destinée à alimenter le réseau de distribution de la commune de Malancourt.

Meuse. — La Société Energie électrique de Meuse-et-Marne a sollicité une demande de distribution d'énergie électrique avec déclaration d'utilité publique dans la commune de Lavincourt (Meuse).

Pas-de-Calais. — M. Papin, demeurant à Estréels (Pas-de-Calais) a sollicité l'autorisation d'établir par permission de voirie, un réseau de distribution d'énergie électrique pour l'éclairage public et privé dans les communes d'Estrées et d'Estréels.

Nouvel accord douanier franco-espagnol.

Nous extrayons de la nomenclature des marchandises ou produits admis à bénéficier des nouvelles dispositions douanières intervenues entre la France et l'Espagne et entrées en vigueur le 15 juillet courant, quelques articles appartenant ou se rattachant à l'industrie électrique.

Importation. — Les articles originaires d'Espagne, désignés ci-après (avec n° du tarif français) bénéficient du tarif minimum, c'est-à-dire des taux les plus réduits tant en ce qui concerne les droits et taxes à l'importation actuellement établis ou ceux que la France pourrait éventuellement leur substituer, qu'en ce qui concerne les surtaxes, coefficients ou autres majorations temporaires que la France a établis ou pourrait établir.

Désignation des articles :

Porcelaine (347).

Pièces pour l'électricité (347 *bis*).

Verres bruts coulés et pièces pour l'électricité (349-349 quinquiès).

Ardoises brutes (Ex-180).

Marbres (188).

Les quelques articles suivants sont soumis à un régime différent du précédent. Ils bénéficient de pourcentages de réduction portant sur l'écart entre les taux du tarif général et ceux du tarif minimum. Ces pourcentages resteront les mêmes, quels que soient les relèvements ou abaissements de tarifs, surtaxes ou coefficients que la France pourrait instituer dans l'avenir.

Désignation des articles (avec nos du tarif français).

Charbons agglomérés et cuits pour l'électricité (302)	85 %
Lampes électriques (361)	85 %
Ardoises autres que brutes (Ex-180)	40 %
Pièces détachées de machines, cylindres et volants (532 à 532 *ter*)	60 %
Huiles de pétrole (197)	60 %
Huiles lourdes (198)	60 %

Exportation. — Les produits originaires et en provenance de France, des colonies et possessions françaises indiqués ci-après seront admis à leur importation en Espagne et dans les îles Baléares au taux des droits d'importation indiqués sans que ces droits puissent être l'objet d'aucun coefficient, majoration ou surtaxes autres que ceux qui résultent actuellement de la législation douanière.

Numéro du tarif espagnol et droits en pesetas.

Locomotives électriques (516), les 100 kilos	80 »
Moteurs hydrauliques de 500 à 2.000 kilos (520), les 100 kilos	54 »
Moteurs hydrauliques de 2.000 à 10.000 kilos (521), les 100 kilos	40 »
Moteurs hydrauliques de plus de 10 tonnes (522), les 100 kilos	30 »
Machines électriques de 500 kilos à 1 tonne (624), les 100 kilos	108 »
Id., de 1 à 3 tonnes (625), les 100 kilos	67 »
Id., de 3 à 5 tonnes (626), les 100 kilos	45 »
Id., de plus de 5 tonnes (627), les 100 kilos	36 »
Groupes électrogènes de plus de 1 tonne (Ex-629), *ad valorem*	15 %
Interrupteurs de 1 à 100 kilos inclus (633), les 100 kilos	90 »
Id., de 100 kilos à 1 tonne (633), les 100 kilos	80 »
Id., de 1 tonne à 5 tonnes (633), les 100 kilos	60 »
Id., de plus de 5 tonnes (633), les 100 kilos	40 »

Certificats d'origine. — Chaque pays pourra exiger de l'importateur une déclaration officielle constatant que l'article importé est de production ou de fabrication nationale ou qu'il doit être considéré comme tel, en raison de la transformation qu'il a subie dans le pays d'où il provient.

Les colis postaux seront dispensés du certificat d'origine quand le pays destinataire reconnaîtra qu'il ne s'agit pas d'envois revêtant un caractère commercial.

Carte de légitimation industrielle et commerciale. — Les négociants, fabricants, etc., des deux pays, sur la présentation de leur carte de légitimation industrielle, seront autorisés à faire des achats personnellement ou par des voyageurs et prendre des commandes dans les territoires de l'autre partie contractante, sans être astreints à une taxe spéciale.

Les voyageurs de commerce munis d'une carte de légitimation auront le droit d'avoir sur eux des échantillons ou modèles, mais non des marchandises.



LÉGISLATION

Déchéance et mise en adjudication d'une concession.

La question nous est posée de savoir ce qui doit advenir, en cas de déchéance, du concessionnaire d'une distribution communale établie avec une subvention de la commune, quand cette dernière n'a pas prévu de redevances spéciales comme contre-partie de cette subvention et s'est contentée d'obtenir des tarifs raisonnables pour la vente de l'énergie.

L'adjudication devant porter sur l'ensemble du réseau, dont la plus grande partie a été payée par la commune, le concessionnaire déchu, en recevant le prix de l'adjudication se trouverait bénéficier de dépenses qu'il n'a pas supportées et cela précisément au moment où il aurait cessé de respecter ses engagements.

Pour éviter cette éventualité, on aurait pu se demander s'il n'y aurait pas lieu d'introduire dans la convention de concession une clause portant qu'en cas de déchéance, le concessionnaire recevra sur le prix de l'adjudication, une part proportionnelle à sa participation dans les dépenses d'établissement. Le reste devant revenir à la commune.

Cette addition ne semble pas nécessaire.

Il y a lieu de remarquer, en effet, que l'adjudicataire des ouvrages exécutés, du matériel et des approvisionnements de la distribution est tenu d'assurer l'exécution des engagements du concessionnaire déchu, c'est-à-dire de continuer l'exploitation aux conditions du cahier des charges et notamment avec les tarifs maxima qui ont été fixés.

Or, du fait de la subvention donnée par la commune, les tarifs maxima ont été fixés à un taux moindre que celui qui serait nécessaire pour rémunérer le capital engagé. Il est donc à peu près certain que les candidats à l'adjudication, tenant compte de l'obligation imposée au futur exploitant d'appliquer lesdits tarifs dans l'avenir, ne feront que des offres très inférieures à la valeur intrinsèque des installations et qui ne dépasseront vraisemblablement pas la part des dépenses supportées par le concessionnaire.

Par suite, il est vraisemblable qu'en recevant le prix de l'adjudication, le concessionnaire évincé ne réalisera pas de bénéfice.

En tout cas, si l'une des deux adjudications prévues par le cahier des charges aboutit, la commune se trouvera en présence d'un nouveau concessionnaire qui devra reprendre le service de la distribution aux mêmes conditions que le premier, de sorte que sa situation ne sera en rien modifiée.

Par contre, si les deux adjudications restent sans résultat, la commune devient propriétaire de la

distribution et la valeur de cette dernière la couvre de sa participation dans les dépenses.

Il s'ensuit que les dispositions du cahier des charges-type relatives à la déchéance sauvegardent suffisamment les intérêts de la commune en ce cas, même si elle a contribué aux dépenses d'établissement du réseau et qu'il n'est pas nécessaire d'introduire de dispositions spéciales à ce sujet dans la convention de concession.

J. R.

Consultations Juridiques.

Éclairage de gare — Concurrence.

Question. — Une Société concessionnaire d'une distribution d'énergie électrique aux services publics, doit fournir le courant pour *tous usages* aux établissements d'une gare importante située sur le territoire d'une commune déjà pourvue d'une distribution d'énergie électrique, dont le concessionnaire jouit du *privilège de l'éclairage seulement.*

La Société en question peut-elle assurer cette fourniture sans encourir d'action judiciaire de la part du concessionnaire de la distribution locale, si sa canalisation est établie entièrement sur les terrains de Compagnie de Chemins de fer et sans emprunter les voies publiques ?

D'autre part, les dispositions de l'article 8 de la loi du 16 juin 1906, autorisent-elles la Société concurrente à emprunter les voies publiques de la commune, pour amener l'énergie à ladite gare et sont-elles propres à la garantir dans tous les cas contre tout recours du concessionnaire local. Dans ces conditions, la Compagnie de Chemins de fer pourra-t-elle éclairer tous les locaux dépendant de sa station, et notamment le buffet ?

Réponse. — La Société locale jouit du privilège de l'éclairage ; or l'article 8 de la loi du 15 juin 1906, dispose que « pendant la durée du privilège ainsi institué, les permissions de voirie délivrées par le Préfet et les actes de concessions passés au nom de l'Etat devront tenir compte de ce privilège dans les obligations imposées aux permissionnaires et concessionnaires ».

Le pouvoir concédant devait donc se préoccuper de la situation si la concession de la Société locale est antérieure en date : il y a indiscutablement atteinte au privilège de cette dernière et un recours paraît possible de sa part.

En ce qui concerne l'éclairage des locaux où se trouve utilisée l'énergie fournie, il a été admis, lors de la discussion de la loi du 15 juin 1906 au Parlement, et pour éviter des abus que cet éclairage ne doit s'entendre que pour les locaux dans lesquels l'énergie est utilisée pour la force motrice.

Il semble difficile, dans ces conditions, que l'on puisse faire entrer dans cette catégorie le buffet d'une gare de chemin de fer.

René Gérin.

Avocat à la Cour d'Appel de Lyon.

Question. — Un commissionnaire, qui perçoit régulièrement ses commissions, peut-il conserver par devers lui des sommes qui, normalement, doivent revenir au client ? Par exemple, un fabricant fait 25 % de remise sur le prix de ses catalogues. Le commissionnaire peut-il garder ces 25 % et est-il passible des tribunaux s'il le fait ?

Réponse. — Le commissionnaire n'a évidemment pas le droit de s'attribuer la remise faite par le fabricant sur le prix de ses catalogues, lorsque cette remise est consentie directement au client. Celui-ci peut alors parfaitement refuser de payer la différence en plus, et s'il a payé, assigner le commissionnaire en restitution du trop perçu.

Il en est autrement quand la remise est consentie uniquement à l'intermédiaire, commissionnaire ou représentant, et ne doit pas profiter au consommateur.

Il y a donc lieu, pour trancher la question, de se reporter aux conditions fixées par le fabricant lui-même.

R. G.

Question. — Une usine distribuait avant la guerre le courant de nuit à l'aide d'une batterie d'accumulateurs, actuellement en réparation. Le concessionnaire peut-il réclamer la constitution de la commission prévue par le décret du 4 mai 1922 sur la limitation de la consommation ?

Réponse. — La circulaire ministérielle du 2 juin 1922 qui envoie ce décret aux préfets dit que : « Les mesures qui font l'objet du décret.. s'appliqueront chaque fois qu'un entrepreneur de distribution électrique cessera, *pour une cause quelconque,* de disposer de toute la puissance nécessaire pour faire face aux besoins de ses abonnés. »

Cela n'empêche d'ailleurs pas la mise en demeure qui doit être faite en vertu du cahier des charges. C'est seulement, dit la même circulaire, lorsque les mesures prises en exécution de cet acte ne suffiront pas pour satisfaire les besoins des consommateurs que la procédure instituée par le décret entrera en application.

F. E.

Inventions. — Appareils et procédés nouveaux

INTERRUPTEUR A MAXIMUM POURVU D'UN AIMANT DE RÉENCLENCHEMENT ET DONT LES CONTACTS SONT RELIÉS AUX EXTRÉMITÉS D'UNE RÉSISTANCE

Pour maintenir l'interrupteur en position d'ouverture, on monte (fig. 1), une résistance *r* entre les contacts. L'interrupteur *a* est commandé par l'électro-aimant *c*, et un levier de déclenchement *b* porte un tenon *e*, qui maintiendra l'interrupteur ouvert.

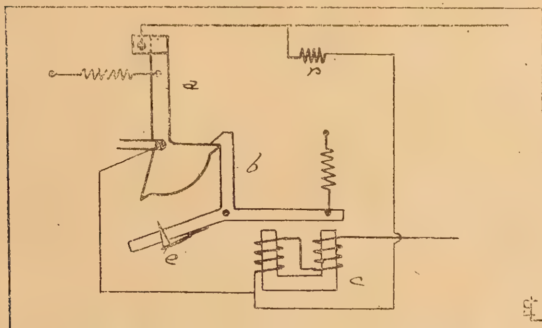


Fig. 1.

Ce dispositif est applicable principalement aux limiteurs de courant pour installations de faible importance. (Br. Fr. n° 536.678. — Siemens-Schuckert).

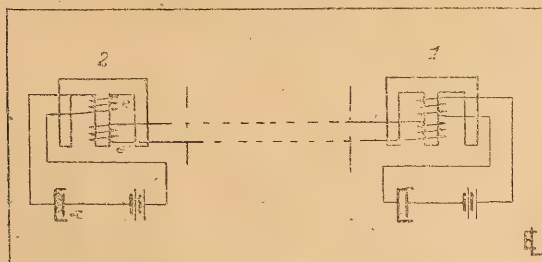


Fig. 2.

PERFECTIONNEMENTS AUX RÉCEPTEURS TÉLÉPHONIQUES

Cette disposition a pour but de condenser les divers organes d'un poste téléphonique. Le montage représente schématiquement (fig. 2) deux postes 1 et 2, dans lesquels la bobine d'induction est utilisée comme bobine d'écouteur à aimant ou électro-aimant. (Br. Fr. n° 536.736. — Brunet et Grenier).

ÉLECTRO-AIMANT CONTINU ET ALTERNATIF

L'électro-aimant *e* (fig. 3) est pourvu d'une armature mobile *e'* qui peut être soumise, quand l'électro-aimant est excité par des courants alternatifs à une action de sens inverse à celle qui agit sur elle, quand l'électro est excité en courant continu. Pour cela l'armature *e'* est munie d'un enroulement fermé, de telle façon que le flux principal coupé par lui, soit maximum quand l'armature mobile prend la position qui réalise l'entrefer minimum (cas de courant continu). En courant alternatif, l'armature *e'* étant le siège d'un courant, les phénomènes sont inverses. (Br. Fr. n° 536.762. — Société Alsacienne de C. M. et Béthenod.

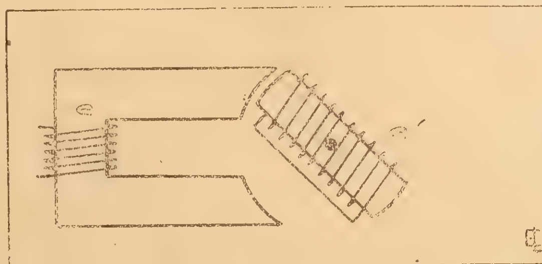


Fig 3.

PERFECTIONNEMENTS AUX CADRES RÉCEPTEURS EMPLOYÉS EN TÉLÉGRAPHIE ET TÉLÉPHONIE SANS FIL

On sait que les cadres sont destinés à donner la direction d'un poste. Si la distance dépasse 150 kilomètres, il peut se produire des erreurs assez grandes, dues à la réflexion des ondes par les couches conductrices supérieures (couche Heaviside). Pour l'éviter, on doit employer (fig. 4), deux cadres perpendiculaires *a* ou *b*, dans lesquels le rapport des spires doit être tel que les forces électro-motrices induites soient égales et de sens contraire. On emploie aussi un cadre inclinable *c*. (Br. Fr. n° 536.916).

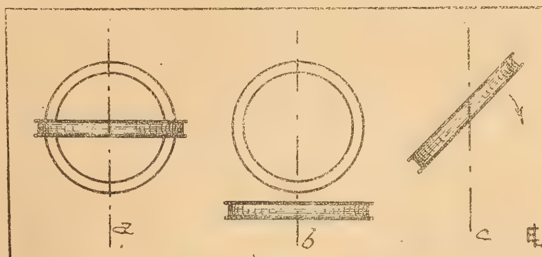


Fig. 4.

RÉGULATION DES SYSTÈMES DE DISTRIBUTION

Un convertisseur rotatif démarrant sous l'action d'un relais voltmétrique placé sur le côté courant continu est muni d'un dispositif alimenté par le circuit alternatif, destiné à empêcher l'action du relais lorsque la charge est nulle (fig. 5). Un convertisseur rotatif 3 est connecté à un circuit à courant alternatif 1 par l'intermédiaire d'un interrupteur 4 placé sur le circuit primaire du transformateur 6 et d'un autre interrupteur 8, disposé sur le circuit secondaire. Le circuit des enroulements 11 et 13 agissant sur les interrupteurs 4 et 8 est contrôlé par un relais voltmétrique 11,

placé sur le circuit 2 à courant continu. Le relais 11 agit pour fermer son circuit lorsque la charge sur le circuit 2 est suffisante pour réduire le voltage à une valeur prédéterminée, et de sorte que le circuit 2 puisse être maintenu

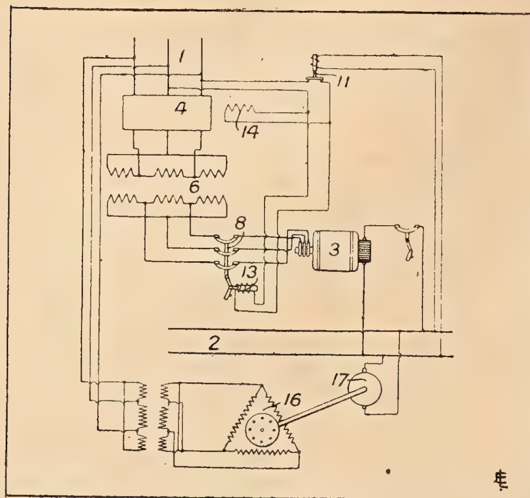


Fig. 5.

à une valeur supérieure lorsque le générateur 17 n'est pas chargé avec une chute de voltage caractéristique. Ce relais est connecté au circuit 2 et est conduit par l'intermédiaire d'un moteur 16. Le moteur générateur 16, 17 peut être remplacé par un convertisseur rotatif muni d'une résistance de réglage placée entre ce convertisseur et le circuit 2. (Brev. angl. 169.609. — Vickers).

M. M.



Fer à souder d'établi « Arcturus »



Le fer *Arcturus*, destiné à la soudure industrielle de l'étain, est basé sur l'application de l'arc électrique en vase clos.

Il est constitué (fig. 1) par une tête en cuivre rouge, de section de 20 millimètres et 20/30 millimètre de forme droite d'équerre ou chantournée suivant les besoins (petite, moyenne, grosse soudure et marque à chaud). Cette tête est munie d'un logement spécial dans lequel est scellé un tube isolant, peu fragile, en stéatite, incombustible à haute température. Dans ce tube peut coulisser une tige portant un charbon de 5 millimètres de diamètre. Cette tige est munie à une de ses extrémités, d'une vis de commande le reliant à une pièce isolante munie de deux tétons isolés. Cette pièce coulisse dans des glissières latérales pratiquées dans les entretoises, et permettant de couper ou régler à volonté le rapprochement (en court-circuit pour l'amorçage) et (le recul environ 2 millimètres pour la marche) de la pointe du charbon du corps de la tête à souder.

Un trou latéral, pratiqué dans la tête permet d'apercevoir le réglage de l'arc, il sert en même temps à l'échappement des gaz, et au nettoyage par le soufflage.

Le petit modèle est prêt à fonctionner en trois minutes, le gros en 5 minutes. On peut activer l'intensité au début pour chauffer plus rapidement. Son poids extrêmement léger varie entre 380 et 570 grammes.

Constantes du fer « Arcturus ». Courant continu.

Voltage du secteur	Voltage aux bornes du fer Variable suivant 1	Intensité
110 à 115 volts	35 à 55 volts	2 à 6 ampères
220 volts	45 à 60 volts	1 à 3 ampères

Courant alternatif, monophasé, diphasé, triphasé.

Fréquence seulement de 42 à 53 périodes.

Voltage du secteur	Voltage eff. aux bornes du fer Variable suivant 1	Intensité
110 à 115 volts	30 à 40 volts	3,5 à 6 ampères
220 volts	30 à 40 volts	3 à 5 ampères

La chaleur utile, suivant un travail déterminé, est proportionnelle à l'intensité du courant ; on peut donc obtenir au moyen du rhéostat à curseur, un réglage qui permet d'obtenir toute la gamme d'intensité de 1 à 6 ampères.



Fig. 1. — Fer à souder *Arcturus*.

Son entretien est presque nul, il suffit de retirer la panne en cuivre rouge et changer le petit charbon ; celui-ci est rentré par simple pression, après avoir évacué les matières charbonneuses en soufflant par le canal d'échappement des gaz. La durée du charbon est variable suivant l'intensité à laquelle on a travaillé (environ 10 à 15 heures).

Cet appareil fonctionne sur le courant continu avec un rhéostat fixe avec ou sans curseur, sur le courant alternatif avec une bobine de self. Pour plusieurs appareils, il est préférable pour les postes importants de soudure d'employer un transformateur.

Celui-ci abaisse la tension au secondaire à 40 volts. On peut aussi brancher directement ce fer sur environ 20 éléments d'une batterie d'accumulateurs. Il est tout à fait apte également à la fusion du plomb antimonié pour réparations des éléments d'accumulateurs. — (*J. Cœuille, constructeur à Paris*,)

IDENTITÉ DES CHAMPS GRAVIFIQUE ET ÉLECTROMAGNÉTIQUE.

Erratum. — Dans la note de M. Andry-Bourgeois, p. 332, 1re col., avant-dernière ligne, lire : qui *détermine* l'attraction au lieu de « détourne ».

NOTIONS PRATIQUES

Problèmes sur les appareils de mesures.

++++

Solution des exercices proposés dans *l'Electricien* **du 15 juin 1922.**

Exercice 111. — Pour connaître les valeurs x et y de deux résistances, on les fait parcourir, en série, par un courant. On mesure à l'aide d'un voltmètre de résistance 500 ohms les différences de potentiel : 1° entre les extrémités A et B de x, on trouve deux volts ; 2° entre les extrémités B et C de y, on trouve 5 volts ; 3° entre les extrémités A et C de leur ensemble, on trouve 10 volts. Calculer x et y.

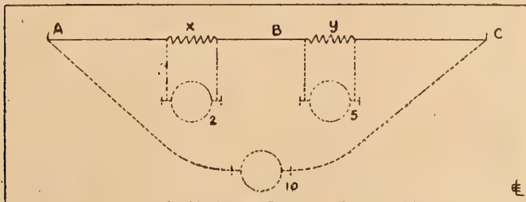


Fig. 1.

Ex. 111. — Solution : La tension appliquée entre A et C est 10 volts (fig. 1). Lorsqu'on applique le voltmètre entre A et B, la résistance du circuit obtenu est :

$$\frac{500x}{500+x}+y \quad \text{ou} \quad \frac{500x+500y+xy}{500+x}$$

ou

$$\frac{500(x+y)+xy}{500+x}$$

le courant total est :

$$\frac{10}{\dfrac{500(x+y)+xy}{500+x}} \quad \text{ou} \quad \frac{10(500+x)}{500(x+y)+xy}$$

et le courant dans le voltmètre est :

$$\frac{10(500+x)}{500(x+y)+xy}\times\frac{x}{500+x} \quad \text{ou} \quad \frac{10\times x}{500(x+y)+xy}$$

la tension aux bornes du voltmètre étant 2 volts on a :

(1) $$\frac{10\times x\times 500}{500(x+y)+xy}=2.$$

De même, le voltmètre étant branché entre les extrémités pe y, on a 5 volts, donc :

(2) $$\frac{10\times 7\times 500}{500(x+y)+xy}=5.$$

Divisant (1) et (2) membre à membre, on a :

(3) $$\frac{x}{y}=\frac{2}{5} \quad \text{d'où} \quad y=\frac{5x}{2}.$$

De (3) on déduit :

$$\frac{x}{x+y}=\frac{2}{2+5} \quad \text{d'où} \quad x+y\,\frac{7x}{2}.$$

En remplaçant y et $x+y$ par les valeurs dans l'égalité (1), on obtient :

$$\frac{5.000x}{500\times\dfrac{7x}{2}+\dfrac{5x^2}{2}}=2$$

ou

$$\frac{5.000}{500\times 7+5x}=1$$

$$5.000=3.500+5x$$

$$x=\frac{5.000-3.500}{5}=\frac{1.500}{5}=300 \text{ ohms.}$$

Donc :

$$y=\frac{5\times 300}{2}=750 \text{ ohms,}$$

Exercice 112. — On a construit un voltmètre à l'aide d'un condensateur constitué par deux anneaux de 10 centimètres de rayon, dont l'un est fixe et l'autre mobile, et fixé à un fil qui passe dans la gorge d'une poulie et porte à l'autre extrémité un aimant. Le poids de l'aimant équilibre exactement celui de l'anneau mobile du condensateur. L'extrémité inférieure de l'aimant se trouve au centre d'une bobine de 48 centimètres de longueur sur laquelle sont enroulées 200 spires d'un conducteur isolé. La tension à mesurer étant appliquée aux armatures du condensateur, on règle le courant dans la bobine de façon que l'armature mobile se maintienne en équilibre à 2 centimètres au-dessus de l'armature fixe. On trouve que le résultat est obtenu par un courant de 3 ampères.

Sachant que la masse magnétique aux extrémités de l'aimant a été trouvée égale à 2 unités électromagnétiques C. G. S., on demande la tension soumise à la mesure.

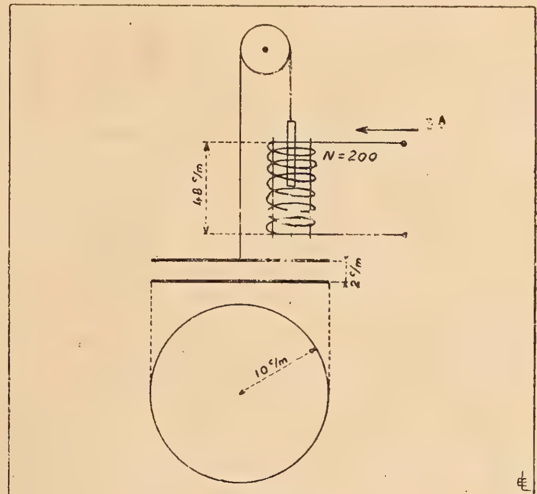


Fig. 2.

Ex. 112. — Solution : Soit x la tension appliquée entre les armatures du condensateur (fig. 2), la force d'attraction, lorsque l'équilibre est réalisée, est :

$$\frac{x\times\pi\times 100}{8\pi\times 2} \text{ dynes } (x, \text{ tension en unités électrostatiques})$$

Le champ, à l'intérieur de la bobine, est :

$$H=\frac{4\pi}{10}\times\frac{200}{48}\times 3.$$

La force qui s'exerce sur l'aimant est donc :

$$\frac{4\pi}{10}\times\frac{200\times 3}{48}\times 2 \text{ dynes.}$$

Puisqu'il y a équilibre, on a :

$$\frac{x^2\times\pi\times 100}{8\pi\times 2}=\frac{4\pi}{10}\times\frac{200\times 3\times 2}{48}$$

$$x^2=\frac{16\times 4\pi\times 200\times 6}{100\times 10\times 48}=\frac{16\pi}{10}$$

$$x=4\sqrt{\frac{\pi}{10}}=4\times 0{,}56=2{,}24 \text{ unités électrostatiques.}$$

de différence de potentiel.

Or, on sait que l'unité électrostatique vaut 300 volts. La tension mesurée est donc :

$$300 \times 2{,}2 = 660 \text{ volts.}$$

CARNET DE LA T. S. F.

Les communiqués météorologiques de la Tour Eiffel.

Les ministres de l'agriculture et de l'intérieur et le sous-secrétaire d'Etat de l'aéronautique viennent d'adresser aux préfets une circulaire relative à l'application de la téléphonie sans fil pour la météorologie agricole.

Trois fois par jour, depuis le 15 juillet, le poste radiotélégraphique de la Tour Eiffel émet un message sur les prévisions du temps pour le jour même et pour le lendemain. Ce message pourra être reçu par toutes les communes dans un rayon de 500 kilomètres. On étudie en ce moment les moyens d'assurer par l'intermédiaire des stations régionales la diffusion des renseignements dans le reste du pays.

Les heures d'émission sont 4 h. 50, 12 h. 15 et 18 h. 10. Ces heures ont été choisies pour tenir compte de celles auxquelles parviennent les renseignements généraux de l'Europe.

Pour bénéficier de ces renseignements, il suffira aux communes comprises dans le rayon desservi de se pourvoir d'un poste récepteur. Le moyen le plus pratique pour porter les renseignements recueillis à la connaissance des habitants de la commune paraît être l'usage de la cloche. Aucun coup de cloche s'il n'y a pas de changement de temps, trois coups pour annoncer la tempête, l'orage ou la grêle.

Ainsi tous les habitants seront prévenus des phénomènes atmosphériques essentiels qui leur seront signalés dix-huit heures à l'avance.

Mais nous ne sommes pas d'accord avec la circulaire qui ajoute que le prix actuel d'un poste varie de 120 francs à 160 francs. Cela peut être vrai aux environs de Paris, mais ne l'est plus du tout en Bretagne ou en Provence, car alors il faut prévoir l'emploi d'amplificateurs à lampes, et le prix de l'installation en est sensiblement augmenté.

G. R.

BIBLIOGRAPHIE

Vade-mecum de l'inventeur, 777 inventions à réaliser. Version française de l'ouvrage par Edwin W. Ligginston, Patent Attorney, près l'Office américain des Brevets d'invention. (Desforges, éditeur. Prix : 12 fr.).

Tous les inventeurs et tous ceux qui le veulent devenir trouveront ici un répertoire très bien ordonné, très facile à consulter, très net dans ses descriptions, de toutes les inventions à faire... pour réaliser de beaux bénéfices.

TRIBUNE DES ABONNÉS

*Notre Tribune est une rubrique de renseignements mutuels ouverte à tous nos abonnés. La Rédaction de l'*Electricien *n'est pas responsable des réponses fournies. Nous prions nos lecteurs de limiter leurs demandes au domaine de la pratique industrielle.*

DEMANDES

N° 000. — Nous possédons un turbo-alternateur de 2.400 kilowatts, 3.000 tours, 50 périodes. Une section ayant été carbonisée, les tôles de fer doux dans l'encoche ont été brûlées sur une longueur de 30 millimètres, ce qui fait que 60 tôles environ sont en contact sur une épaisseur de 5 millimètres environ. Pourriez-vous me dire : 1° S'il est nécessaire de remplacer ces tôles ; 2° Si en les laissant en service, elles pourraient influencer sur la bonne marche de l'alternateur ?

L'excitatrice de cet alternateur, après un remeulage du collecteur a été désexcitée. Pourriez-vous me donner un moyen de la réexciter rapidement. Ce turbo-alternateur est de la Compagnie Belfort.

N° 700. — Ayant à refaire plusieurs bobines de transformateurs 15.000 et 30.000 volts triphasés, je désirerais savoir si le sens d'enroulement des bobines est quelconque par rapport entre elles et par phases, et quel vernis peut-on employer pour isoler ces bobines, peut-on employer un vernis séchant à l'air et où se le procurer ?

N° 701. — Est-il possible de nickeler des pièces en cuivre rouge et en laiton sans avoir recours à l'électricité?

N° 702. — Veuillez, je vous prie, avoir l'obligeance de m'indiquer soit dans le journal l'*Electricien*, auquel je suis abonné, soit directement, un livre concernant les lignes H. T., postes de transformation, montage appareils de mesure, centrales, etc., je désire un livre traitant le sujet au point de vue exclusivement pratique.

N° 703. — Pourrait-on m'indiquer un montage simple susceptible de permettre la réception des radio-concerts et de toute téléphonie émise par la tour Eiffel, et ceci à l'aide d'un détecteur à galène (sans amplificateur) et d'un cadre ayant 70 × 70 centimètres et 47 spires de fil émaillé ? Le poste en question reçoit très bien les « météos », la « Presse » et les « signaux horaires ». Il est situé dans Paris.

Quelles sont les heures actuelles d'émission des radio-concerts et autre téléphonie de la tour Eiffel ?

Doit-on faire une déclaration à l'administration des Postes ?

N° 704. — Y aurait-il moyen de transformer du courant triphasé 50 périodes en continu 440 volts pour alimenter un moteur de 20 chevaux et un moteur de 36 chevaux par des soupapes Nodon ? Quelle tension faut-il au côté alternatif ? Faut-il faire usage de selfs et de capacités et comment en fait-on le calcul ? Quelle surveillance nécessitent ces appareils, quel est leur rendement et leur coût approximatif ?

N° 705. — Connaissez-vous un traité bien complet des « bobinages » ?

N° 706. — Comment peut-on déterminer le voltage pour lequel a été construit un moteur dont la plaque a été perdue : 1° en continu ; 2° en alternatif ?

N° 707. — Connaissez-vous un livre qui traite d'une façon détaillée de la fabrication des appareils de chauffage ?

N° 708. — Connaissant une puissance en HP existe-t-il un moyen mnémo technique pour une transformation en kilovolts-ampères? (Courant triphasé cosinus $\varphi = 0{,}8$).

N° 709. — Un abonné pourrait-il donner les dimensions à adopter pour une soupape électrolytique fonctionnant sous 110 volts alternatifs et capable de donner en continu 10 ampères sous 30-40 volts.

N° 710. — L'écartement des plaques de ma batterie est de 10 millimètres. Afin d'éviter que des parcelles détachées ne forment court-circuit, j'insère entre les plaques des planchettes de peuplier de 7 millimètres d'épaisseur, ce qui réduit le volume de l'acide. Cette réduction ne nuit-elle pas au rendement ?

N° 711. — Pourrait-on m'indiquer les valeurs de réglage en millimètre des parafoudres à cornes 15.000 et 5.000 volts à 1, 2, 3 et 4 intervales, pour débit de 1 à 10 ampères ? Les réglages de 1 millimètre par 1.000 volts, pour intervales simples et multiples n'ayant pas permis le jeu des parafoudres, même par les orages les plus violents, les plaques de terre sont, en général, en terrain très humide ou dans l'eau. Quant aux résistances, elles sont en graphite pour le 5.000 et hydraulique (tubes grès garnis de sable et remplis d'eau) pour le 15.0000 volts.

N° 712. — L'emploi du fil de fer en remplacement du fil de cuivre dans une ligne haute tension, est-il prohibitif ? Une ligne dont la puissance à transporter à 6.000 volts exige seulement 2 mm²,5 de section d'un conducteur en cuivre, mais qu'il faudra porter à 9 ou 12 millimètres carrés pour avoir la résistance mécanique voulue, peut-elle être sans inconvénient remplacée par un fil en fer de 12 millimètres carrés, la perte en ligne étant admise de 5 % ?

Si des réseaux sont construits en fil de fer, quels résultats positifs ou négatifs l'expérience en a-t-elle donnés ? Quels sont ces réseaux. Faut-il du fil de fer galvanisé ?

N° 713. — Comment calculer la puissance d'un générateur synchrone pour relever le cosinus φ d'un réseau, par exemple de cos φ_1 à cos φ_2. Quelle sera l'économie réalisée par l'emploi d'un tel générateur? Traiter la question avec un exemple numérique.

N° 714. — Est-il possible de coupler en parallèle deux alternateurs identiques, monophasés à fer tournant (système Thury pour électrométallurgie) de 700 HP sous 60 volts, cos $\varphi = 0{,}70$; en couplant, à l'arrêt, les barres basses tensions, immuablement, et en installant un disjoncteur à retour de courant sur les excitations de ces deux alternateurs. Les mises en marche et arrêts se faisant simultanément. Dans l'affirmative, quelles précautions à prendre pour couper les excitations ?

N° 715. — Un moteur shunt, courant continu à pôles auxiliaires doit tourner tantôt d'un sens, tantôt d'un autre : quelles sont les meilleures connexions à faire aux bornes de l'inverseur ? Vaut-il mieux faire l'inversion sur l'induit et les pôles auxiliaires ou sur les inducteurs principaux ? indiquer pourquoi.

N° 716. — Pourriez-vous m'indiquer un ouvrage traitant les moteurs à courant continu et s'étendant assez longuement sur leurs propriétés respectives et en particulier les moteurs à pôles auxiliaires.

Demandes d'adresses de fournisseurs.

N° 717. — Demande maison pour transformer des écouteurs de T. S, F. (bobinage).

N° 718. — Demande des adresses de fournisseurs de récepteurs téléphoniques résistants pour télégraphie et téléphonie sans fil.

N° 719. — J'ai entendu parler d'un appareil servant à doser les gaz de cheminées, pourriez-vous me dire par la voie du journal quel en est le fabricant, et si possible faire paraître un article à ce sujet puisqu'il s'agit, d'après ce qui m'a été dit d'un appareil marchant électriquement ?

N° 720. — Où pourrais-je trouver des appareils de téléphonie sans fil d'un prix modeste et d'installation simple? Ces appareils sont destinés à être installés dans les communes désirant recevoir les messages relatifs à la météorologie agricole. Indiquez si possible plusieurs maisons pouvant fournir, avec les appareils, toutes indications, dessins et photos nécessaires.

N° 721. — Demande adresse de constructeurs d'appareils électro-magnétiques remplaçant les machines pneumatiques à air comprimé pour trous de mine, machines à river, etc.

RÉPONSES

N° 656 R. — L'Onde Hertzienne a fusionné avec « La T. S. F. moderne », 11, avenue de Saxe, Paris.

N° 672 R. — Un moyen permettant d'arrêter à distance un moteur asynchrone peut être le suivant :

Intercaler sur la ligne d'arrivée de courant un disjoncteur à minima de tension dont la bobine minima serait branchée sur deux des phases et l'une des extrémités passerait par un ou plusieurs petits interrupteurs placés au point voulu d'où l'on désirerait arrêter le moteur. Le schéma

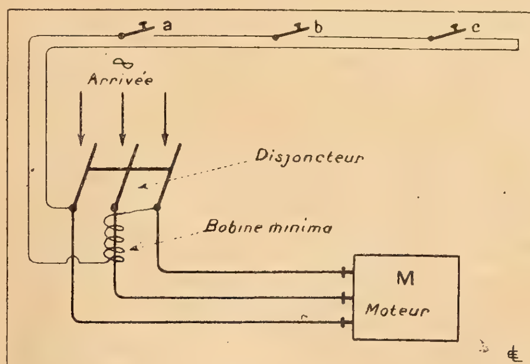


Fig. 1.

(fig. 1) donne le montage à réaliser. Les interrupteurs *a*, *b*, *c* peuvent se placer indifféremment et leur nombre peut être augmenté ou diminué suivant les besoins. Il suffirait alors d'ouvrir un de ces interrupteurs ; la bobine n'étant plus alimentée fera déclencher le disjoncteur et le moteur s'arrêtera. L'intensité du courant parcourant le circuit ainsi réalisé étant très faible (0,5 ampères maximum) l'établisse-

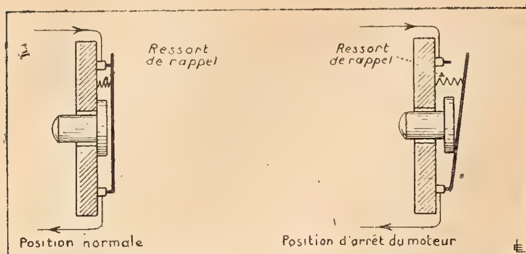


Fig. 2.

ment de celui-ci serait relativement peu coûteux et il serait bon d'employer de petits interrupteurs à bouton semblables aux interrupteurs de sonnerie, mais fonctionnant en sens inverse. En appuyant sur le bouton, le courant serait coupé. On pourra dans ce cas, s'inspirer du schéma de la figure 2.

R. B.

N° 672 R. — *Arrêt à distance d'un moteur asynchrone triphasé.* — Il faut couper le courant d'alimentation. Si le moteur est de très faible puissance, on peut faire passer la ligne d'alimentation par le point d'où il doit être arrêté et disposer en cet endroit un simple interrupteur bi ou tripolaire. Dans le cas contraire, on dispose sur la ligne, en un point quelconque, un disjoncteur bi ou mieux tripolaire, la bobine de déclenchement étant montée suivant le schéma (fig. 3).

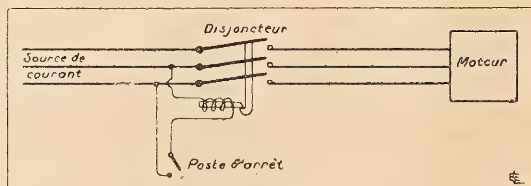


Fig. 3.

Si le moteur possède déjà un disjoncteur, on pourra généralement se contenter d'adjoindre à l'appareil, la bobine citée plus haut. Si l'arrêt doit être rapide, faire usage d'un frein magnétique.

L. B.

N° 672 R. — Voyez les disjoncteurs Brandt et Fouilleret qui sont très pratiques et bien conditionnés (tout autre disjoncteur peut faire l'affaire). Un disjoncteur à *minima* permet d'amener le circuit du minima partout où on peut avoir besoin de couper pour provoquer à distance l'arrêt du moteur, de toute façon un disjoncteur à minima est toujours excellent car en cas de rupture de courant le disjoncteur saute, évitant ainsi les démarrages intempestifs ou bien les grillages de moteur.

F. B.

N° 681 R. — Nous publierons une note sur ce sujet dans le prochain numéro.

N° 686 R. — Le procédé le plus efficace pour la protection de votre réseau consiste à transformer vos alternateurf H T en B T (550 volts par exemple), si toutefois il y a la place nécessaire pour faire le rebobinage et mettre un transformateur élévateur 50/10.000 au départ. Je connais deux réseaux qui présentaient les mêmes inconvénients et qui donnent actuellement pleine satisfaction à cette modification.

E. G.

N° 687 R. — Il existe plusieurs procédés de *formation rapide* permettant d'éviter la longue formation naturelle des accumulateurs constitués par de simples feuilles de plomb. Toutes, à ma connaissance, comportent un traitement préalable à l'acide azotique. En voici une, dite « d'Epstein ». On immerge les plaques dans un bain composé de :

Acide azotique.............	1
Eau distillée................	100

et maintenu à l'ébullition. Quand les plaques sont recouvertes d'un enduit gris relativement épais, on les retire et on les fait sécher. On monte ensuite l'accumulateur avec les plaques ainsi préparées et on garnit les bacs d'électrolyte ordinaire (acide sulfurique à 18 ou 20 degrés Baumé). On charge alors à la manière ordinaire et dans un sens quelconque jusqu'à ce que les plaques reliées au pôle positif soient passées au gris bleu et qu'un abondant dégagement gazeux se produise sur celles qui sont reliées au négatif. L'accumulateur est alors prêt à servir.

Bien entendu, il faut user de produits purs (plomb, acides, eau). La capacité de ces accumulateurs n'atteint jamais, à poids égal, celle des accumulateurs à plaques alvéolées et garnies d'oxydes.

L. B.

N° 693 R. — Pour répondre à votre question, il faudrait bien connaître sur quel principe est basé votre redresseur. Prière faire connaître directement à Moufflet, Coudekerque (Nord), les renseignements nécessaires.

J. M.

N° 697 R. — Etablissements Donna, 140, boulevard de Ménilmontant, Paris.

N° 697 R. — Je ne connais pas la marque H. P.; par contre, il existe le rupteur thermique à dilatation rectiligne sans contact matériel aux bornes, d'une présentation et d'une fabrication très soignées : c'est le rupteur « Seri-Mota », qui est construit et vendu par les établissements Mota, 2, rue des Mariniers, Paris (13e). Cet appareil se fait en deux, quatre, six, huit allumages.

N° 698 R. — Il existe un appareil pour ce genre de fouilles, c'est la balance d'induction du professeur Gutton, appelée « Alpha ».

Ladite balance correspond bien à vos desiderata, puisqu'elle a servi non seulement à la recherche des *projectiles non éclatés* dans le sol; mais également à trouver dans une chaussée pavée, des clefs de *distribution d'eau*, complètement immergées.

Je ne puis que vous engager à lire le *n° 50 de mai 1922, la Science et la vie*, qui vous donnera en 2 pages des renseignements supérieurs aux miens. Si cela vous intéresse plus profondément, lisez également toujours la *même Revue*, le *n° 27*, qui vous donnera la description des expériences et le modèle primitif de la balance « Alpha » du professeur Gutton.

N° 699 R. — Nous publierons prochainement une note sur divers procédés de recherche d'objets métalliques enfouis dans le sol.

N° 719 R. — Pour le dosage de l'acide carbonique dans les chaufferies, voyez l'article paru dans l'*Electricien* du 1er février 1922. p. 56. Les constructeurs d'appareils de dosage sont : Cambridge Electrical C°, 98, rue Saint-Jacques, Paris ; Etablissements Poulenc, 122, boulevard Saint-Germain, Paris ; Etablissements Izart et Cie. à Sannois (Seine-et-Oise).

Le Gérant : L. De Soye

PARIS. — L. DE SOYE, IMPRIMEUR, 18, RUE DES FOSSÉS-S.-JACQUES, Ve.
Téléph. 806-41

38e Année. — N° 1306 15 Aout 1922

L'ÉLECTRICIEN

Rédacteur en chef : L.-D. FOURCAULT

DISTRIBUTIONS D'ÉNERGIE

Réglage de la tension au moyen de survolteurs triphasés.

Lorsqu'un réseau de distribution triphasé reçoit de l'énergie à tension constante, ce qui est le cas général, il peut être nécessaire de faire varier cette tension. Inversement, il peut être utile de maintenir constante la tension à l'extrémité d'une ligne alimentée par des générateurs à tension variable ou encore la compensation de la chute de tension produite dans les câbles d'un réseau de distribution peut s'imposer. Nous allons examiner ici comment on arrive à ces résultats à l'aide de survolteurs ou régulateurs d'induction.

Dans le cas de sous-station de traction, comportant des commutatrices triphasées, il peut être nécessaire de faire varier la tension continue de ces machines, la tension du réseau primaire étant maintenue constante.

Le réglage de la tension dans ces circonstances s'effectue avantageusement à l'aide de survolteurs, qu'on désigne aussi sous le nom de régulateurs d'induction. Le réglage ne s'effectue pas automatiquement, mais à la main, puisqu'il s'agit, non pas de suivre les variations de tension ou de variations fréquentes, mais de faire varier à volonté et dans de larges limites la tension.

Il est un autre cas où l'emploi d'un survolteur de ce genre est intéressant, c'est lorsqu'il s'agit de la charge de batterie d'accumulateurs, batterie-tampon par exemple, pour la traction, et que la charge s'effectue sur réseau triphasé par l'intermédiaire de commutatrices.

Il devient alors absolument nécessaire de faire varier la tension du côté continu, tension qui doit croître depuis le commencement de la charge de la batterie jusqu'à la fin.

Pour obtenir la variation de tension, on emploie quelquefois, dans certaines installations, des bobines de self-induction. Il faut remarquer que ce mode de réglage ne remplit le but qu'imparfaitement; en effet, les variations de tension obtenues diminuent avec la charge et il est impossible d'obtenir aucune variation de tension à vide. D'autre part, l'emploi de bobines de self entraîne un décalage d'autant plus élevé que la variation du voltage à obtenir est plus grande, ce qui est généralement fort préjudiciable.

Le survolteur, tel qu'il est réalisé actuellement, ainsi que nous l'indiquons plus loin, permet, contrairement à l'emploi d'une bobine de self-induction, une variation de tension sans décalage et quelle que soit la valeur du courant qui la traverse.

Le principe d'un survolteur de ce genre est celui

du tranformateur statique dans lequel on fait varier l'induction mutuelle en agissant sur le circuit magnétique.

Dans un appareil monophasé, pour simplifier (fig. 1), un bobinage fixe S à gros fil et à noyau feuilleté, appelé stator, est mis en série dans le circuit du réseau dont on veut faire varier la tension, tandis qu'un bobinage à fil fin R, sur noyau feuilleté, est mis en dérivation entre les deux pôles du réseau. Ce dernier organe, appelé rotor, se déplace autour d'un axe 0 de façon à faire varier sa position par rapport au bobinage à gros fil, le mouvement de rotation étant obtenu à la main (fig. 2).

Lorsque le rotor R est décalé d'un quart de tour par rapport au stator S (fig. 2), les lignes de force du champ magnétique produit par le rotor se ferment dans l'air et sont sans action sur le stator ; la tension du réseau secondaire n'est alors pas modifiée (fig. 2).

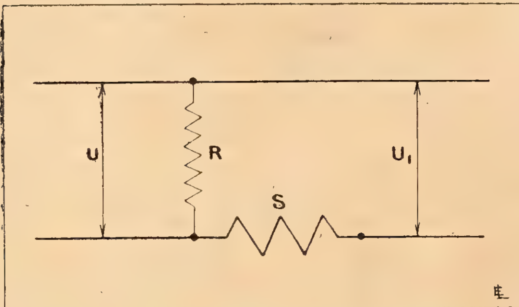


Fig. 1. — Principe du régulateur d'induction.

Lorsque l'axe magnétique du rotor coïncide avec l'axe magnétique du stator (fig. 3), les lignes de force du champ produit par le rotor traversent le stator, et la tension induite dans ce dernier s'ajoute ou se retranche à celle du réseau, suivant que les pôles magnétiques du rotor et du stator sont de noms contraires ou de mêmes noms.

Les deux positions extrêmes considérées donnent les voltages maxima et minima. Dans le premier cas, si u_1 est le voltage que donne l'appareil, la tension dans le réseau secondaire sera $U_1 + u_1$. Dans le second cas, elle sera $U_1 - u_1$.

Entre ces deux positions, tous les voltages intermédiaires $U_1 + u_1$ et $U_1 - u_1$ sont évidemment possibles, suivant la position du rotor.

Cet appareil fonctionnant comme un transformateur, la tension qu'il donnerait, toutefois, tel qu'il est mentionné par les figures 2 et 3, ne serait pas, en charge, en phase avec la tension du réseau dans le circuit duquel il serait placé. Nous verrons plus loin comment on remédie à cet inconvénient.

Pratiquement, le survolteur s'emploie généralement pour courants triphasés. Dans ce cas, le stator est constitué comme celui d'un moteur d'induction, ainsi que le rotor. Le déplacement du rotor se fait à l'aide d'une vis sans fin attaquant un pignon monté sur l'arbre du rotor (fig. 4) ; la vis est commandée par un volant actionné à la main ou par un petit moteur électrique.

Dans un survolteur à quatre pôles, la rotation maximum du rotor est de un quart de tour ; pour un survolteur à six pôles, la rotation est de un sixième de tour, etc. On fera ainsi varier le champ dans le rotor, et, par suite, le voltage dans ce dernier, c'est-à-dire aux bornes du réseau.

Comme on le voit sur la figure 4, qui est le principe du survolteur industriel, le stator S est construit comme celui d'un moteur à courants alternatifs, ainsi que le rotor R.

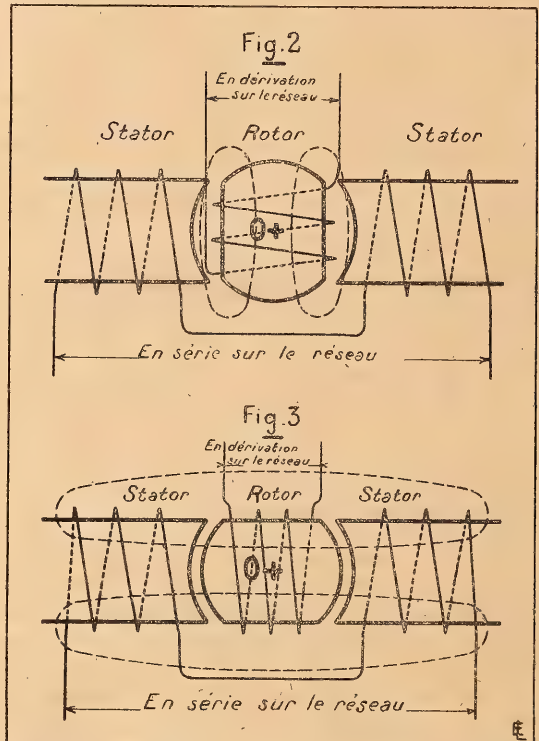


Fig. 2 et 3. — Fonctionnement du régulateur d'induit.

Le survolteur représenté par cette figure étant à quatre pôles, lorsque l'axe O P de la bobine G du rotor, par exemple, coïncide avec l'axe de la bobine B′ du stator, le flux embrassé par cette bobine est maximum et la tension dans le stator est maximum (fig. 5).

Lorsque l'axe de la bobine B coïncide avec MN (fig. 6), le flux est nul dans la bobine B′, aucune tension ne s'ajoute ou ne se retranche alors au réseau secondaire. Pour la position coïncidant alors avec l'axe de la bobine B″ du stator, la tension fournie

par le stator au réseau est en opposition avec celle de ce dernier, il y a alors réduction de la tension aux bornes du réseau secondaire.

Le schéma des connexions d'un survolteur triphasé est donné par la figure 5.

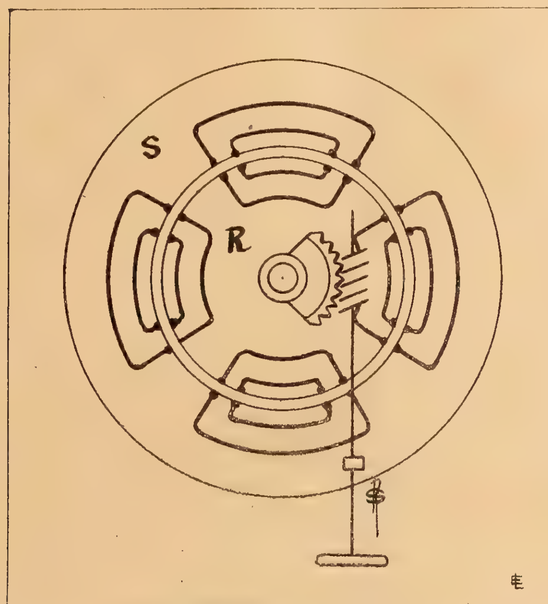


Fig. 4. — Réalisation pratique du régulateur d'induction S stator, R rotor.

Le champ tournant du rotor induit dans chaque phase du stator une tension constante, mais cette tension se trouve décalée sur la tension principale suivant la position du rotor par rapport au stator.

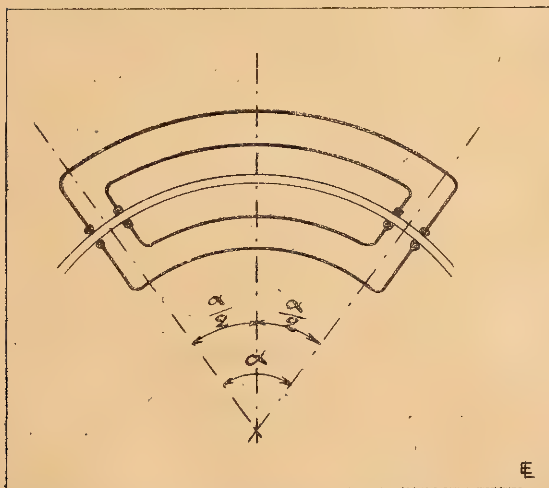


Fig. 5. — Les axes des bobines du rotor et du stator coïncident.

Lorsque les enroulements sont en face l'un de l'autre (fig. 5), si le flux est nul dans le stator, il en sera évidemment de même dans le rotor, il s'ensuit que lorsque la tension s'annule dans le stator, elle s'annule en même temps dans le rotor, de sorte que les tensions dans le rotor et le stator sont constamment en phase dans cette position du rotor.

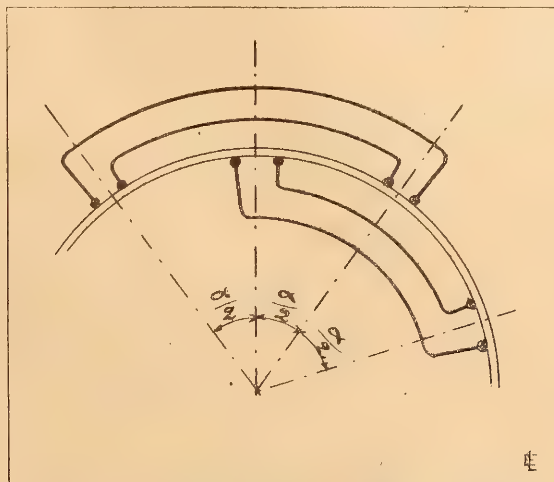


Fig. 6. — Le rotor est décalé de l'angle α par rapport au stator.

On peut se rendre compte de ce fait, à l'aide d'une construction graphique.

Appelons U la tension entre phases du réseau et e la tension entre phases du stator, la tension U sera représentée graphiquement par AO (fig. 9).

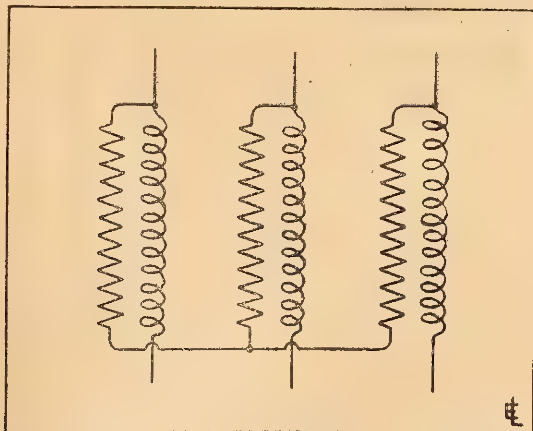


Fig. 7. — Schema des connexions d'un survolteur.

et la tension e par OB, de sorte que, pour le cas de la figure 5, la tension totale $U+e$ sera représentée par AB, qui sera la valeur de la tension entre les bornes du bas de la fig. 7.

Fig. 8. — Survolteur triphasé. Dispositifs du rotor et du stator (*Société Alsacienne de Constr. Méc.*)

Le rotor étant déplacé d'un certain angle, de façon à occuper la position représentée figure 5, la force électromotrice développée dans le stator passera par un maximum lorsque la tension passera par zéro dans le rotor; cela signifie que la force électromotrice induite dans le stator est alors décalée d'un quart de période vis-à-vis de la tension dans le rotor, ce qui est représenté par la figure 11.

La tension aux bornes de l'appareil sera alors représentée par AB_1. Si l'on continue encore à déplacer le rotor dans le même sens, les enroulements pourront être amenés dans une position pour laquelle le maximum positif aura lieu dans le rotor en même temps que le maximum de force électromotrice négatif se produira dans le stator. La force électromotrice du stator se retranchera donc de la tension U du réseau; la tension entre les bornes (fig. 7) sera alors représentée par $A\,B_2$, figure 12.

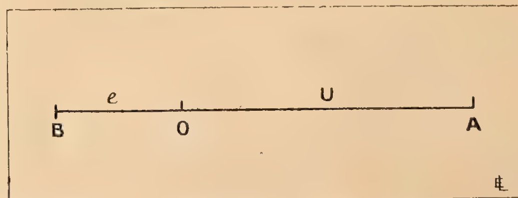


Fig. 9. — Diagramme des tensions en phase.

On voit que l'on peut obtenir un décalage quelconque entre la force électromotrice et la tension U

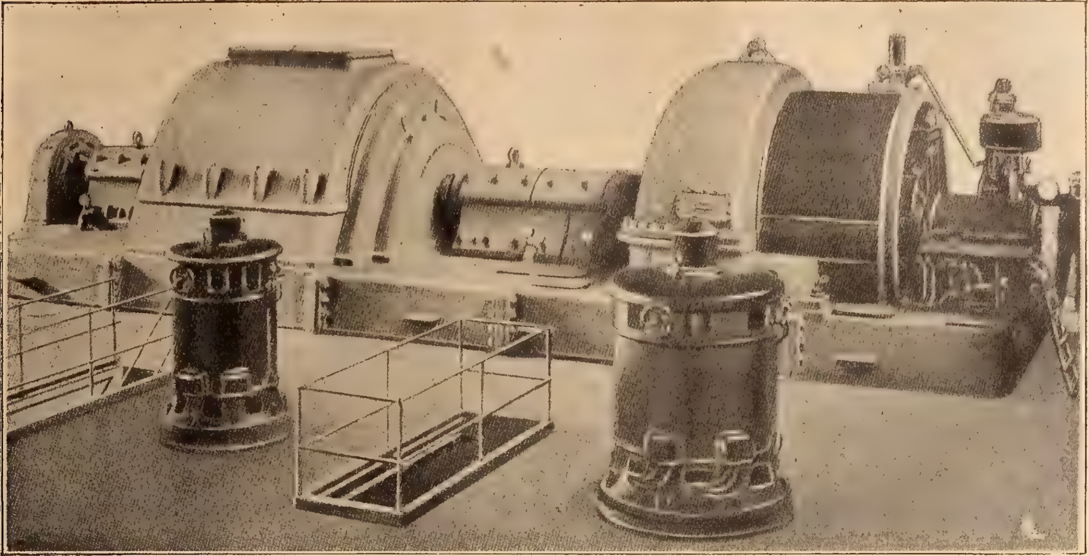


Fig. 10. — Deux survolteurs triphasés, *Société Alsacienne*, montés dans une centrale.

et, par suite, une tension qui peut prendre aux bornes indiquées une valeur quelconque entre AB et AB_2 ou, autrement dit entre U et $U+e$.

L'appareil réalisé sous cette forme présente deux inconvénients :

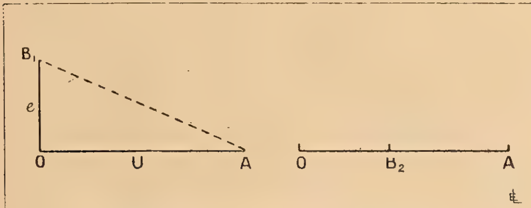


Fig. 11. Fig. 12.
Diagrammes des tensions décalées.

D'une part, le champ tournant engendré par le courant circulant dans le rotor soumet celui-ci à un couple, comme dans un moteur asynchrone, de sorte qu'un système de frein est nécessaire pour l'empêcher de tourner, ce qui rend la manœuvre de l'appareil peu commode lorsqu'il faut déplacer le rotor en sens inverse du couple pour régler la tension.

D'autre part, comme nous l'avons vu, ce dispositif produit un certain décalage entre la tension U du réseau et la tension résultante.

Pour obvier à ces inconvénients, deux survolteurs sont montés sur le même arbre (fig. 8). Les enroulements fixes des stators sont montés en série (fig. 13) et les enroulements des rotors sont connectés pour que les sens de rotation des champs soient inverses. De la sorte, l'un des rotors tendra à tourner à droite alors que l'autre tendra à tourner à gauche, le couple est ainsi annulé par la réaction de l'axe commun des rotors, qui est alors soumis à un simple effort de torsion. Le système des deux

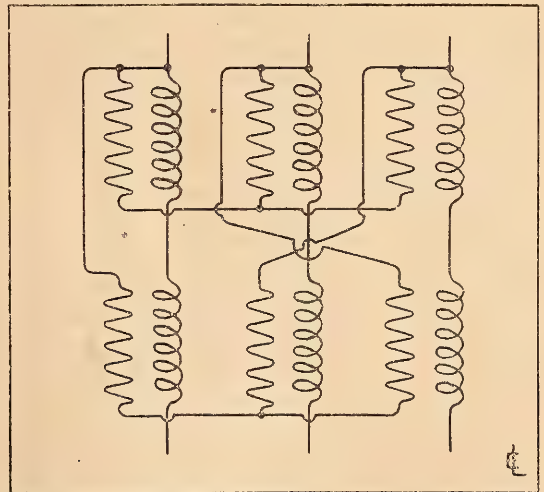


Fig. 13. — Schema des connexions du survolteur double.

rotors reste donc en équilibre pour toutes positions, que l'on peut modifier aisément suivant le besoin.

Le mode de connexions que comporte ce dispositif permet de supprimer complètement le décalage de tension signalé plus haut. En effet, en représentant encore par AO la tension du réseau U (fig. 15), les

***

rotors donnent des tensions OB′ et BB′ qui sont égales et décalées entre elles, ainsi qu'avec la tension de ce réseau. Le décalage est ainsi supprimé.

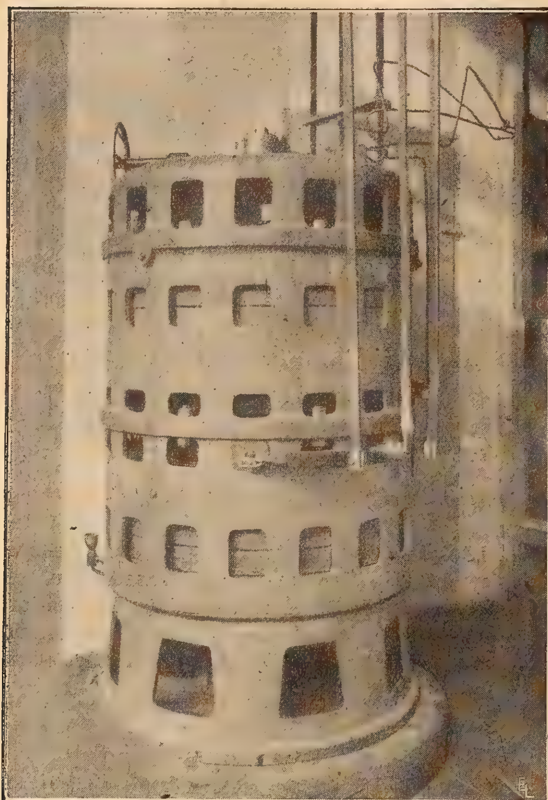


Fig. 14. — Survolteur, *Société Alsacienne*, employé dans une sous-station.

Ce dispositif est réalisé par la Société Alsacienne de Belfort.

Ce survolteur permet la régulation *automatique* de la tension. Dans ce but, un relais est monté au point où la tension doit être maintenue constante. Ce relais actionne un inverseur, lequel donne un contact tel que le rotor, entraîné par un petit moteur tourne dans un sens ou dans l'autre suivant que la tension du survolteur doit s'ajouter ou se retrancher à celle du réseau pour en maintenir la valeur constante, ou, au contraire, la faire varier, suivant le résultat qu'on désire obtenir.

Un autre dispositif de survolteur est quelquefois employé. Il peut servir soit à élever, soit à abaisser la tension dans les conditions précédemment indiquées.

Un transformateur et l'un de ses enroulements monté en dérivation sur le réseau qu'il s'agit de régler, tandis que l'autre enroulement en série sur le réseau, est muni de prises de façon à faire varier le voltage obtenu à l'aide d'une manette insérant un plus ou moins grand nombre de spires dans le circuit du réseau.

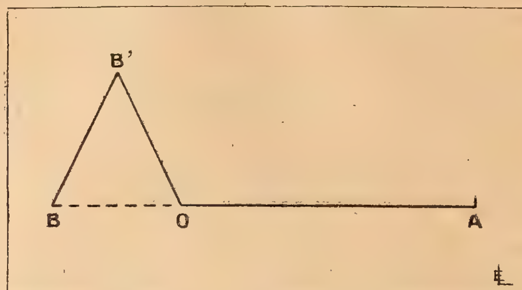


Fig. 15. — Diagramme obtenu à l'aide du survolteur à 2 rotors et stators.

Selon qu'on veut survolter ou dévolter la tension de ce réseau, on utilise un inverseur qui permet de changer le sens de la tension aux bornes de l'enroulement qui s'ajoutera ou se retranchera à la tension du réseau suivant qu'elle sera de même sens ou de sens opposé.

R. Sivoine.

Les fournitures de matériel électrique par l'Allemagne au titre des réparations.

Nous avons, dans notre précédente chronique, signalé la part prépondérante attribuée à l'industrie allemande dans le premier programme publié à ce sujet. Une note communiquée le 4 août par l'Agence Havas aux journaux quotidiens précise ainsi la question :

La Commission des Réparations vient de donner son accord de principe au projet de grands travaux publics à faire exécuter par l'Allemagne au compte des réparations, — projet élaboré, on s'en souvient, par le Ministre des Travaux publics et dont la Commission avait été saisie par le Président du Conseil.

La Commission se réserve de donner son approbation de fait lorsqu'elle sera saisie de chaque projet d'exécution détaillé : durée des travaux, répartition des fournitures entre l'industrie française et l'industrie allemande, conditions d'emploi et de rémunération de la main-d'œuvre, prix de chaque entreprise.

Toutes ces conditions d'exécution doivent maintenant être débattues avec le Reich par le gouvernement français, que l'accord de principe de la Commission des réparations autorise à engager des pourparlers.

Il appartient, entre temps, au Ministre des Travaux publics, de préciser les détails techniques d'exécution des projets, comme aussi d'examiner, pour chaque entreprise, et en détail, la répartition des fournitures qui doivent, ainsi qu'il a été entendu avec les représentants qualifiés de notre industrie, être laissées à la production française.

ÉLECTROCHIMIE ET ÉLECTROTHERMIE

Les produits du four électrique et l'utilisation de l'énergie électrique disponible.

(Suite)[1]

Dans cette suite d'études, il est donné des aperçus très intéressants sur diverses fabrications qui peuvent être entreprises pour l'utilisation de l'énergie électrique disponible en excédent dans certaines distributions, notamment celles alimentées par des chutes d'eau.

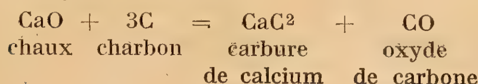
Ces fabrications supposent en général l'emploi d'une énergie électrique assez puissante. Cependant certaines d'entre elles s'accommodent d'un travail intermittent, et par conséquent permettent dans certains cas l'utilisation du courant aux heures de moindre consommation.

Le courant alternatif, surtout, s'il est à très basse fréquence, convient mieux que le continu à ce genre de fabrication. Il écarte les actions électrolytiques et d'autre part l'énergie peut être amenée à haute tension, par conséquent avec des câbles légers, jusqu'au voisinage du four. Du transformateur placé à quelques mètres de celui-ci, le transport du courant à basse tension ne nécessite plus qu'une faible longueur de gros câbles. Le courant triphasé en particulier facilite souvent la construction du four, en permettant l'emploi d'électrodes parallèles.

Il est sans doute superflu de décrire le principe du four électrique, que tout le monde connaît et qui n'est en somme qu'un arc de grandes dimensions. Tantôt l'arc éclate entre l'électrode verticale et la sole conductrice du four, — tantôt entre deux électrodes latérales, plus ou moins inclinées sur l'horizontale, tantôt enfin entre les trois électrodes parallèles du courant triphasé. Les électrodes sont d'ordinaire en graphite artificiel : parfois, comme en ferrométallurgie, l'une des électrodes est en fer refroidi intérieurement par un courant d'eau, etc.

Passons en revue les principales de ces fabrications :

Carbure de calcium. — Le principe chimique de cette fabrication est simple : la chaux chauffée avec du charbon produit du carbure de calcium et de l'oxyde de carbone



$$CaO + 3C = CaC^2 + CO$$

chaux — charbon — carbure de calcium — oxyde de carbone

Pour réaliser cette réaction, on porte aux environs de 2.000 degrés, entre des électrodes de charbon, sous un voltage de 30 à 90 volts, avec du courant continu ou alternatif et une densité de courant de 4 à 6 ampères au centimètre carré de section d'électrode, un mélange de 1.000 kilos environ de chaux pure, autant que possible exempte d'alumine, magnésie et fer, avec 900 kilos de charbon pauvre en cendres : coke, anthracite ou charbon de bois. Ce dernier est le meilleur, mais son prix est en général trop élevé pour permettre son emploi.

Autrefois (aujourd'hui encore dans quelques petites usines) on opérait de façon intermittente, — retirant à chaque opération le bloc de carbure du four, — le concassant et triant les portions d'« incuit ». C'est évidemment un procédé d'une réalisation simple, mais le rendement matière et celui d'énergie sont moindres qu'avec les fours à coulée qui exigent une puissance miniumm de 500 à 600 HP.

On ne saurait compter, avec le travail intermittent du four à creuset, sur un rendement supérieur à 3,5 ou 4 kilos de carbure par kilowatt-jour, alors qu'avec les fours continus le rendement du kilowatt-jour dépasse 6 kilos. Ajoutons à cette dépense de courant et de matière première, l'usure des électrodes qui est d'environ 35 kilos par tonne de carbure : car non seulement l'électrode s'use, mais quand elle est usée jusqu'à une distance de l'armature variable avec la nature du four, le moignon restant doit être enlevé et remplacé par une électrode neuve.

Disons aussi qu'avec les petits fours intermittents à creuset, la dépense de main-d'œuvre est plus élevée. Cependant, si les conditions de lieu sont favorables, si l'industriel peut trouver sur place et à bas prix la chaux pure et le charbon convenable, si la main-d'œuvre n'est pas trop coûteuse et si enfin le carbure produit trouve dans la région un écoulement assuré, c'est là un mode d'utilisation à envisager pour l'énergie électrique disponible d'une usine moyenne.

Mais toutes ces conditions ne se trouvent pas communément réunies. Ce carbure de calcium ne sert pas seulement à la production de l'acétylène, il est aussi le point de départ d'une autre fabrication électrothermique, celle de l'engrais azoté bien connu, la cyanamide, obtenue par fixation directe de l'azote de l'air sur le carbure.

(1) Voir *l'Electricien* du 1er juillet 1922.

Pour l'obtenir, il suffit de faire passer un courant d'azote pur sur du carbure broyé et porté au rouge par le courant pour amorcer une réaction exothermique, qui se poursuit ensuite d'elle-même et fournit la cyanamide : $Ca CN^2$, à la fois engrais azoté et source d'ammoniaque. C'est là de la grande industrie, impraticable en petit.

Des emplois ordinaires de l'acétylène, éclairage, soudure autogène, acétylène dissous, rien à dire qui intéresse le point de vue spécial où nous nous plaçons. Il en est d'autres, qui font actuellement l'objet des recherches de nombreux chimistes et électrochimistes. C'est la fabrication à partir de ce gaz de nombreux dérivés organiques de première importance, tels l'aldéhyde acétique, l'acide acétique, l'alcool synthétique, le formol, l'acétone, etc. Les brevets se succèdent chaque jour : ce sera là bientôt la principale utilisation de l'acétylène, qui assurera au carbure de calcium des débouchés illimités.

Ferroalliages. — Sous ce nom on range les ferrochome, ferrosilicium, ferromanganèse, etc, produits du four électrique qu'utilise la métallurgie. A moins d'être à proximité d'une fonderie susceptible d'utiliser les produits obtenus, ce n'est pas là encore un mode d'utilisation pratique d'un excès d'énergie. Cependant si l'électricien est doublé d'un chimiste, il peut alors envisager d'autres emplois de son ferrochrome et de son ferromanganèse, par exemple leur transformation électrolytique en permanganates ou bichromates : produits oxydants aussi précieux que coûteux qui lui permettraient d'obtenir à des prix avantageux certains composés organiques formés par oxydation et qui coûtent fort cher lorsque l'on emploie pour les produire les permanganates ou bichromates du commerce. Nous avons personnellement obtenu de très intéressants résultats dans cette voie encore peu frayée.

Phosphore. — La fabrication du phosphore se fait depuis quelque temps au four électrique. On admet que la moitié environ de la production mondiale du phosphore s'obtient de cette façon.

Dans des fours électriques spéciaux, assez variables de forme d'ailleurs, on porte aux environs de 1.000 à 1.200 degrés un mélange de phosphate naturel moulu (exempt de fer), de sable siliceux et de charbon. On condense les vapeurs de phosphore à l'abri de l'air, soit dans un gaz non oxydant, soit dans l'eau.

C'est une petite fabrication, assez délicate à monter, mais rémunératrice pourvu qu'on soit à la source même des matières premières, phosphate naturel, sable silicieux et charbon, pourvu aussi que le courant ne coûte pas cher, car la consommation d'énergie de ces fours est assez élevée. C'est ainsi qu'avec 6 petits fours de 50 HP chacun, l'Oldbury Chemical C° produit au Niagara 80 à 90 kilos de phosphore par jour.

Ozone. — Bien qu'obtenu par l'action de l'effluve et non par le four, nous citerons cependant ce genre de fabrication parce que nous croyons que dans certains cas se serait un mode intéressant d'utilisation d'un excès d'énergie disponible.

On sait que l'ozone a actuellement une seule application industrielle réellement pratique, la stérilisation des eaux. Or il n'y a que trop de communes de villes mêmes en France, dont les eaux d'alimentation sont suspectes. Que de stations balnéaires, surtout au bord de la mer, ne disposent que d'eaux plus ou moins souillées ! Il est facile d'imaginer l'intérêt d'une petite installation de purification des eaux, au point de vue de la publicité que pourrait faire la petite station qui en serait dotée, à l'exemple de Nice, Dinard et Saint-Brieuc, etc.

Il y a là un mode d'emploi de l'énergie électrique dont il est superflu de montrer l'importance, auss bien pour l'industriel producteur de cette énergie que pour la commune intéressée. Nous ne pouvons entrer ici dans le détail technique de l'installation, nous dirons seulement qu'on peut évaluer la dépense d'énergie aux environs de 40 à 50 watts-heure par mètre cube d'eau stérilisée.

CURTEL-HULIN,
chimiste-expert, conseil.

(A suivre.)

ÉCLAIRAGE PUBLIC

Emploi de la distribution série pour l'éclairage des rues.

Dans ce système de distribution toutes les lampes sont montées en série et sont traversé es par le courant total. La puissance en watts absorbée par chaque lampe est déterminée par la chute de résistance à travers cette lampe, le courant traversant toutes les lampes étant le même. En réglant convenablement ce courant à la station génératrice, la puissance et l'intensité d'éclairage peuvent être maintenus à une valeur constante sans qu'il y ait à se préoccuper de la chute de tension dans les conducteurs. Des dispositifs spéciaux de mise en court-circuit sont employés pour maintenir la continuité

du circuit lorsque les lampes sont, pour une cause quelconque, mises hors service et pour maintenir un courant constant avec les variations de la charge.

Le système série est employé sur une grande échelle dans l'alimentation des divers types de lampes employés pour l'éclairage des rues. Des exemples remarquable de ce système de distribution que nous extrayons de *Electrical Review* existent avec les lampes Mazda à Chicago, les lampes à arc de charbons à flamme à Chicago et Indianopolis, les lampes métalliques ou les lampes à arc lumineux à Détroit, Pittsburg et Saint-Louis aussi bien qu'avec les vieilles lampes à arc et à incandescence. Lorsqu'on emploie un courant et une fréquence convenables, le même circuit peut alimenter sans difficulté des lampes à arc et à incandescence.

Dans le système d'alimentation en dérivation, les lampes employées ont le même voltage que celui du circuit et le courant dans chacune d'elles est réglé par la valeur de sa résistance, un interrupteur ordinaire placé sur chacune d'elles permet de les retirer individuellement du circuit. Comme pratiquement l'éclairage des manufactures et des maisons particulières comprend 95 % des lampes à incandescence employées, la distribution dans ces pays est faite en dérivation.

On combine quelquefois le principe du système de distribution série avec le système de distribution en dérivation en installant un certain nombre de lampes en série et en connectant ces séries en dérivation sur un circuit ayant un voltage convenable. Certaines rues sont éclairées par des lampes à 110 volts montées par cinq en série sur les circuits à 550 volts ; cependant, lorsque le filament d'une de ces lampes vient à se rompre, les quatre autres s'éteignent, le circuit étant ouvert. A Milwaukee, par exemple, les lampes servant à l'éclairage des rues sont connectées en série et fonctionnent à potentiel constant. Lorsqu'on emploie le courant alternatif, des dispositifs spéciaux sont prévus pour maintenir la continuité du circuit lorsque des lampes sont éteintes. Aux Etats-Unis, il y a environ 1 million de lampes alimentées par des circuits à distribution série, et ce système est pratiquement le plus employé par la majorité des compagnies exploitantes.

Quoique un grand nombre d'autres systèmes entraînant le changement des générateurs à courant constant ou l'emploi de régulateurs à bobine mobile aient été employés sur une petite échelle depuis l'apparition de la première lampe électrique, il y a quelque quarante ans, le système série a toujours conservé la même valeur relative à la suite des premières modifications qui y ont été apportées par M. F. Brush. L'emploi de courant alternatif au lieu de courant continu n'implique pratiquement aucun changement autre que le changement des lampes elles-mêmes et l'équipement de la station ; les lignes ayant peu de modifications à subir.

Les lampes employées dans l'éclairage des rues nécessitent une puissance en kilovolts-ampères relativement minime qui doit pouvoir varier aux différents endroits d'une assez grande surface. Le coût de la ligne par kilovolt-ampère d'installation est relativement élevé mais il est compensé jusqu'à un certain point par un facteur de charge atteignant approximativement 45 % pour une durée de 4.000 heures annuelles. Des précautions spéciales doivent être prises pour maintenir constante la puissance fournie aux lampes quelle que soit l'étendue de la distribution, et le système série répond particulièrement à ce désideratum.

Envisageons le cas où la puissance est fournie à une lampe de 500 watts placée tous les 150 mètres environ le long d'une rue, un conducteur ayant une section inférieure à 28 millimètres², est rarement employé par suite de sa faible résistance mécanique. En envisageant simplement le transport de courant, un fil de 12 mm²,5 serait large bien que les watts perdus dans la transmission soient approximativement quatre fois aussi élevés que dans un système type d'éclairage.

Si on emploie une distribution en dérivation à 110 volts, même avec un conducteur de 28 mm² on ne peut pas placer plus de deux lampes de 500 watts, la plus grande distance a atteindre étant de 300 mètres par suite de la chute de tension dans les conducteurs. Avec une distribution série ayant les mêmes caractéristiques, on peut installer 100 lampes de la puissance ci-dessus ou un nombre supérieur avec des lampes de moindre intensité lumineuse sur une longueur pouvant atteindre 64 kilomètres.

Avec de telles conditions, il n'y aurait pas plus de 50 kilowatts de charge pour une superficie d'environ 2,5 kilomètres carrés et si les lampes employées étaient de faible intensité lumineuse ou qu'elles soient plus espacées par suite de la présence d'une assez grande quantité de becs de gaz employés dans l'éclairage de certains locaux, cette charge pourrait être de l'ordre de 5 kilowatts pour une superficie de 2,5 kilomètres carrés et de 1 kilowatt pour une longueur de circuit de 1.600 mètres.

La faible intensité de courant circulant dans les circuits empêche une chute excessive dans la ligne même avec des conducteurs de 28 millimètres carrés et le régulateur compense parfaitement cette chute. Le voltage d'un circuit simple est dès lors égal à la somme des voltages des lampes placées sur ce circuit auquel il faut ajouter la chute dans la ligne. Il est évident que les longs circuits à haut voltage ont le grand avantage de posséder un nombre moindre d'appareils par kilowatt de charge

par suite d'un plus petit nombre de circuits nécessaires.

La dimension d'un tel circuit peut être limitée par quelques-uns des facteurs suivants :

1° Voltage du circuit à la terre;

2° Nombre de lampes placées sur un circuit;

3° Isolement des lignes et équipement.

Les circuits d'éclairage série placés sur poteaux sont sujets à de nombreuses terres dues aux arbres, aux ruptures de lignes, aux croisements avec d'autres circuits et à diverses autres causes. Si un survoltage se produit entre un circuit et une terre accidentelle en un point quelconque, l'isolement est soumis à un grand effort par suite de la chute de tension qui se produit aux autres points. Cette chute peut être largement réduite en sectionnant le circuit et en connectant une partie seulement de l'enroulement du générateur ou du régulateur entre ces sections. La combinaison entière comprenant de deux à quatre sections est montée en série comme le montre la figure 1. Ce système a été employé pour les générateurs alimentant des lampes à arc à courant continu ainsi que dans les transformateurs de réglage à courant constant.

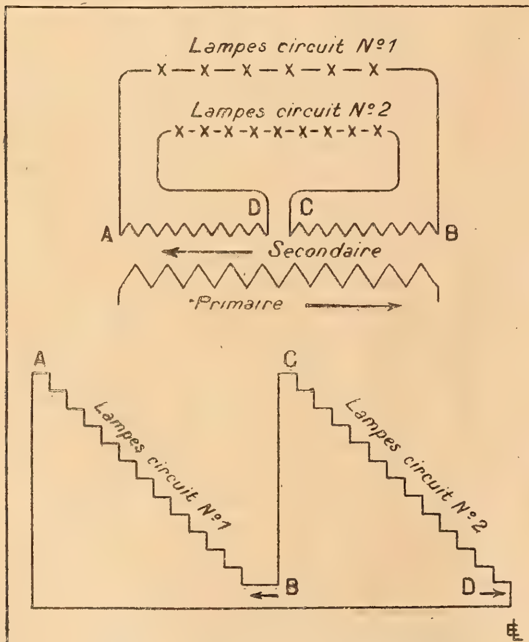


Fig. 1. — Régulateur avec deux circuits secondaires et diagramme du voltage à la terre dans les différentes parties du circuit.

Les terres qui peuvent se produire sur un tel système doivent être promptement éliminées. Si des terres surviennent sur chacun des deux circuits, elles peuvent, si elles ont une faible résistance, être situées toutes deux assez près de la station (fig. 1) en B et en C par exemple, pour mettre pratiquement en court-circuit une partie de l'enroulement du régulateur et les lampes adjacentes, produisant ainsi une augmentation de l'intensité du courant dans cette partie du circuit; cette augmentation pouvant atteindre 100 % du courant normal tandis que les lampes restantes ne seraient pratiquement traversées par aucun courant. Cette double terre se produit rarement avec une ligne bien construite, avec un entretien et un essai méthodique des circuits. L'égalité de courant dans les deux circuits peut être assurée par un relais qui peut mettre ou retirer du circuit le régulateur si le courant dans les deux circuits devient déséquilibré. En général, les avantages d'un tel système d'interconnection sont si importants qu'il est d'un usage général particulièrement lorsque le voltage du circuit dépasse 5.000 volts.

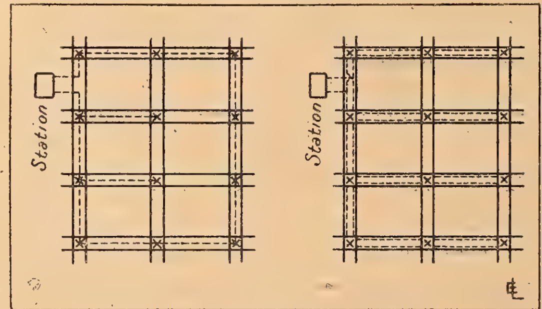


Fig. 2. — Shéma de circuits série.

Dans un grand nombre de cas, un circuit est destiné à assurer l'éclairage de toutes les lampes et les autres circuits sont destinés à assurer un éclairage d'un nombre de lampes moitié moindre. L'efficacité du transformateur de réglage rend cette disposition très pratique.

Le nombre des lampes qui peuvent être disposées sur un circuit, dépend principalement de leur puissance; dans les cas extrêmes, on trouve jusqu'à 500 lampes sur un circuit simple; c'est le cas qui se produit lorsqu'on éclaire des surfaces assez étendues et que l'on emploie des lampes de faible puissance éclairante. La grande quantité de lampes placées sur un circuit en boucle augmente les chances de déséquilibrage. Pour parer à cet inconvénient, les conducteurs doivent être disposés en boucle, de telle sorte que les interrupteurs puissent automatiquement déconnecter une boucle brisée ou inutile (fig. 2).

Le coût de l'isolement des lignes et de l'équipement s'élève rapidement avec les hauts voltages. Ce fait ne doit pas être perdu de vue et doit être comparé avec le coût des circuits additionnels

nécessaires pour maintenir les bas voltages. Sur les lignes aériennes quelques systèmes commandent avec succès les lampes à arc suspendues sur des circuits à 8.000 volts. Les transports souterrains ont une tension qui dépasse rarement 5.000 volts car un accident survenant à leur isolant est beaucoup plus grave.

Un grand avantage du système série est de pouvoir faire suivre au fil de retour un chemin tout autre que celui sur lequel sont placées les lampes servant à l'éclairage d'une rue, par exemple (fig. 2). Cette disposition peut épargner jusqu'à 50 % du fil total nécessaire, et comme beaucoup de circuits d'éclairage sont placés aur des poteaux qui servent déjà à l'éclairage des habitations, l'emploi d'un seul fil procure une économie appréciable. L'emploi d'un circuit additionnel dans une telle disposition est nécessaire afin de former des boucles qui puissent permettre d'isoler de grandes sections soit automatiquement, soit par tout autre moyen. La régulation automatique du courant de la bobine du transformateur à courant constant remplit ce rôle parfaitement, même avec 90 % des lampes retirées du circuit.

La réactance de la ligne résultant de courants aussi faibles peut ordinairement être négligée, ses seuls effets étant de réduire légèrement la capacité de transport de charge du régulateur. Pour les lignes aériennes à 60 périodes, la chute due à la réactance dans les circuits à fil unique est approximativement de 50 % de la chute due à la résistance et de 25 % dans les circuits de retour.

Un avantage non moins appréciable que celui signalé ci-dessus est de pouvoir, à n'importe quelle heure, et quel que soit le nombre de lampes en circuit, contrôler toute la distribution du même point.

En général, il a été intéressant de fabriquer des lampes spéciales de grande intensité lumineuse par watt absorbé. Dans les lampes à arc en série alimentées par du courant continu, la résistance de réglage, — contrairement à ce qui a lieu avec la distribution en dérivation, — est supprimée. La régulation à courant constant maintient l'arc sans perte de puissance. Par suite de cette différence, l'efficacité de la lampe électrique à arc à courant continu, qui est approximativement de 70 % dans le système en dérivation, atteint 95 % dans le système série.

L'emploi de lampes à arc de charbon en vase clos alimentées par du courant alternatif fournit des résultats similaires ; selon que l'on emploie le système en dérivation ou le système série, l'efficacité passe de 90 à 95 %. La plus petite différence apparente est naturellement due à l'emploi d'une bobine de réactance au lieu de la résistance employée dans le système en dérivation.

Ce système a été préconisé pour l'emploi des lampes Mazda ; ces lampes fabriquées pour fonctionner avec le système série ont une efficacité bien plus grande qu'avec le système en dérivation ; cette efficacité pour une lampe de 100 bougies, 6,6 ampères est à peu près de 20 % plus élevée que pour une lampe à 110 volts de même puissance

Les lampes à arc à courant continu furent employées sur les premiers circuits série par suite de la plus grande fixité de l'arc sur le courant continu que sur le courant alternatif. L'arc en vase clos à courant alternatif, quoique beaucoup moins efficace est employé de plus en plus par suite de l'augmentation croissante des réseaux à courant alternatif ; dans ce cas le circuit série peut être dérivé des barres omnibus à potentiel constant à la tension usuelle de 2.300 volts par l'emploi d'un simple transformateur à courant constant.

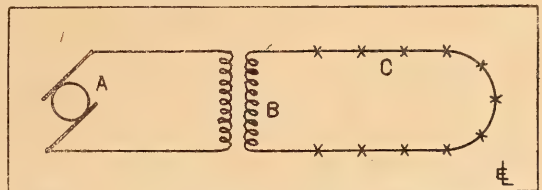


Fig. 3. — Circuit alimenté par un transformateur à courant constant.

Lorsqu'on emploie simplement des lampes à incandescence, l'alimentation en courant continu n'est pas nécessaire, et il vaut la peine de faire une légère dépense pour changer le système de régulation du courant continu si les lampes à arc sont remplacées par des lampes à incandescence. Un tel changement entraîne seulement le remplacement des appareils de la station par un transformateur à courant constant (fig. 3) Un circuit à courant alternatif rend possible l'emploi de lampes de 20 ampères alimentées par des autotransformateurs lorsque l'on désire avoir des lampes de grande puissance lumineuse.

La fréquence n'a eu qu'un effet minime dans le développement ou l'emploi des circuits série. Les appareils employés ont très bien fonctionné pour toutes les fréquences commerciales, excepté pour les lampes à arc qui ne donnent jamais satisfaction lorsqu'elles sont alimentées par du courant alternatif à 25 périodes.

Dans les systèmes les plus simples et les plus communément employés, un générateur spécial à courant continu ou un transformateur à bobine mobile pour le courant alternatif est requis à la station pour le contrôle du circuit et pour le maintient du courant convenable aux bornes des lampes.

Dans les anciennes machines servant à l'éclairage par arc à courant continu, des dispositifs spéciaux utilisaient la réactance de l'induit pour limiter l'excès de courant dans les circuits de lampes et employaient des systèmes divers pour déplacer les balais afin d'obtenir le voltage nécessaire dans les limites pour lesquelles la machine avait été construite. Quelques-uns de ces régulateurs étaient extrêmement précis et assez sensibles pour agir sur les lampes à incandescences communément employées. Le régulateur à courant constant (fig. 4) ordinairement employé pour le courant alternatif repose sur la répulsion électrique existante entre les bobines primaires et secondaires d'un transformateur en charge pour produire et maintenir un courant constant dans le secondaire ou circuit de lampes. Un tel régulateur est de grande utilité, parce qu'il peut maintenir automatiquement un courant secondaire fixe à travers un nombre quelconque de lampes, depuis l'unité jusqu'au maximum que comprend le circuit. Une augmentation de

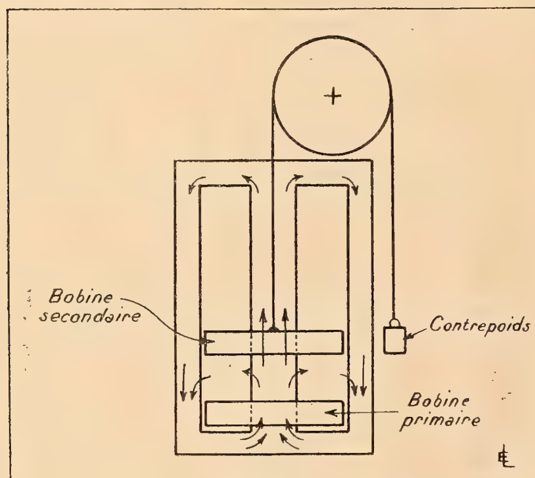


Fig. 4. — Régulateur à bobine mobile.

3 % du courant réduit de moitié la durée d'une lampe à incandescence, ce qui double le coût du renouvellement, l'emploi du régulateur ci-dessus décrit est dès lors une protection peu coûteuse comparée aux protections assurées avec les autres systèmes qui ne compensent pas automatiquement pour toutes les variations. Pour se faire une idée plus complète de la question, il est bon de se rappeler que dans les cas extrêmes tels que l'éclairage de certains quartiers employant un grand nombre de lampes de faible puissance lumineuses, la valeur des lampes du circuit est égale à celle du régulateur qui les contrôle. Sous des conditions normales, ces lampes sont renouvelées environ trois fois par an.

Une régulation exacte est dès lors nécessaire pour conserver constante l'alimentation des lampes et éviter qu'un courant exagéré ne vienne à les brûler prématurément. Le régulateur à bobines mobiles est le seul système qui compense automatiquement et fonctionne régulièrement en cas de court-circuit ou de terres doubles sur les lignes de distribution série ainsi que pour les variations de voltage dans le cas d'alimentation à potentiel constant.

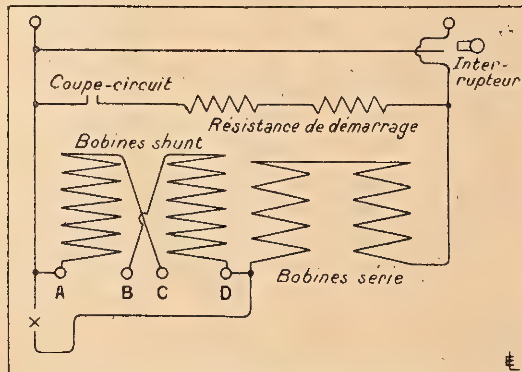


Fig. 5. — Alimentation d'une lampe à arc.

Ces régulateurs sont si importants que des types de petite dimension ont été avec succès montés sur les poteaux dans les installations des transformateurs. Partout où la chose a été possible, ils ont cependant été installés dans une station, de façon à permettre d'essayer plus fréquemment et plus facilement la ligne ; en outre, un ampèremètre peut rester constamment en circuit.

Dans tous les circuits série, les appareils employés doivent pouvoir laisser passer le courant dans le cas où ils viendraient à ne pas fonctionner afin d'éviter l'ouverture de tout le circuit.

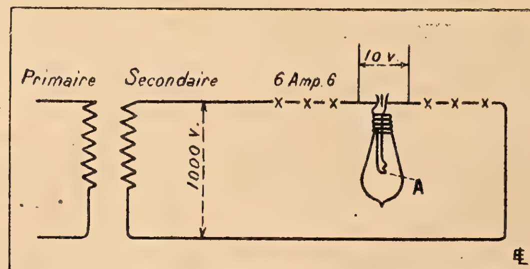


Fig. 6. — Dispositif pour lampe à incandescence.

Le mécanisme d'une lampe à arc est disposé comme le montre la figure 5 ; une bobine shunt connectée à travers l'arc provoque la fermeture de l'interrupteur et courcircuite l'arc lorsque la chute à travers celui-ci devient excessive. Une autre bobine en série avec l'arc et la ligne produit l'écartement nécessaire des charbons.

Lorsqu'on emploie la lampe à incandescence, un interrupteur ordinaire est incorporé dans la douille; une couche isolante est placée entre les deux côtés de cet interrupteur. Cette couche a pour but de s'opposer normalement à la chute qui pourrait se produire dans le filament de la lampe A (fig. 6) de 10 volts; cependant si la lampe est brûlée, le filament remplit le rôle d'une résistance infinie, et le voltage total du générateur ou du régulateur est appliqué sur la couche isolante qui se perce et met en court-circuit le filament. Dans un régulateur à bobine mobile, ce voltage maximum est approximativement de 25 % plus élevé que le voltage à pleine charge. Un interrupteur dans la douille agit par l'insertion de la lampe dans cette douille courtcircuitant cette couche lorsque la lampe est retirée. Un tel dispositif est très simple et peu onéreux; le personnel avec un peu d'entraînement peut remplacer facilement les lampes, même dans les conditions difficiles de mauvais temps.

En général, les autres dispositifs ont rarement été employés sur une grande échelle dans les circuits série servant à l'éclairage des rues. Il est souvent désirable de commander les lampes de l'intérieur et près des lieux où le haut voltage des circuits ne peut être toléré; les circuits souterrains sont souvent compris dans ce cas. On emploie quelquefois un transformateur spécial série ou une bobine de sécurité. Cette bobine peut alimenter un petit transformateur à courant constant et à bas voltage placé sur le circuit secondaire; ce transformateur doit cependant être isolé pour le voltage élevé du circuit principal.

Des ampèremètres de nature spéciale sont rarement nécessaires, cependant un ampèremètre à grandes graduations peut être monté en série avec les lampes pour régler avec précision le régulateur et par suite la durée et l'intensité lumineuse de toutes les lampes. La précision possible et la permanence du réglage du régulateur à bobine mobile dépendent de celles de l'ampèremètre. Les municipalités exigent souvent la courbe de l'intensité dans le circuit; cette courbe est obtenue facilement par l'emploi d'ampèremètres enregistreurs. Dans d'autres cas, un dispositif spécial placé sur un poteau permet à l'aide d'une fiche d'insérer un ampèremètre dans le circuit.

L'entretien et l'essai des circuits peuvent se faire de jour, de façon à ce que les réparations qui pourraient être à faire le soient avant la nuit. Les défauts que l'on rencontre le plus souvent sont les terres ou les ruptures de circuit, et avec des essais très simples, on arrive facilement à les localiser et à les supprimer rapidement.

En résumé, les avantages du système série, sont :

1° Efficacité;

2° Simplicité de contrôle;

3° Haut rendement électrique des lignes et des lampes.

Les désavantages sont :

1° Coût élevé de la ligne;

2° Emploi de voltages élevés;

3° Nécessité d'employer des lampes spéciales.

M. Marre.

EXTRAITS-COMPTE RENDUS

Spintermètres pour parafoudres.

Le *Journal of the American I. E. E.* décrit un modèle intéressant de spintermètre dit « à impulsion », dont la caractéristique est d'avoir une sensibilité qui augmente avec la fréquence. Ce type d'appareil est très employé en Amérique où il est appliqué aux parafoudres à corne qui relient les parafoudres électrolytiques au réseau; ceux-ci doivent, en effet, entrer facilement en action dans le cas de décharges à front brusque ou à grande fréquence, auquel cas ils sont très efficaces à cause de leur capacité considérable. Le spintermètre en question consiste en deux hémisphères (fig. 1) avec une électrode auxiliaire *c* au milieu de l'espace d'explosion; entre cette troisième électrode et chacune des principales, sont mis en dérivation deux condensateurs égaux C_1 et C_2, l'un d'eux pouvant cependant être mis en série avec une forte résistance *r*; quand la tension imprimée est de basse fréquence, les deux impédances sont à peu près égales et l'élec-

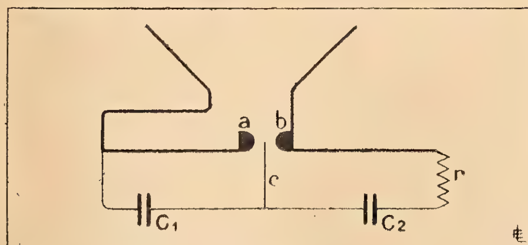


Fig. 1.

trode *c*, se trouvant à un potentiel égal à la moitié de celui d'une des deux électrodes principales par

rapport à l'autre reliée à la terre, ne modifie pas le champ électrostatique principal. Le parafoudre correspond virtuellement à celui représenté figure 2. Quand l'impulsion est de haute fréquence, le système condensateur-résistance présente une grande impédance par rapport à l'autre condensateur, presque toute la différence de potentiel imprimée se produisant entre *c* et *b*. Le parafoudre correspond virtuellement au schéma de la figure 3, la décharge se produisant entre *c* et *b*.

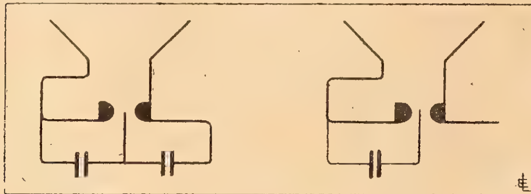


Fig. 2. Fig. 3.

L'auteur donne les résultats des essais effectués à l'aide d'un de ces spintermètres construits pour une tension normale de 44.000 volts à 60 périodes, avec hémisphères de 12,5 centimètres de diamètre, résistance, 250.000 ohms avec les deux capacités formées d'isolateurs à support rigide de 2×10^{-11} farads chacun. La comparaison de cet appareil a été faite avec un spintermètre à sphères de 12,5 centimètres de diamètre, au moyen du générateur d'impulsions

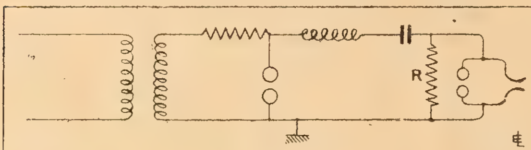


Fig. 4.

représenté figure 4. La figure 5 représente les courbes caractéristiques du spintermètre à impulsion, et de celui à pshères de comparaison ; les valeurs de tensions de décharge de ce dernier représentent celles que l'on obtient pour l'éclatement entre les bornes de celui à impulsion, quand la fréquence est de 60 périodes.

Peek définit le rapport d'impulsion comme étant le rapport entre la tension de décharge par impulsion à front brusque et celle à 60 périodes. Puisque cependant, celle-ci dépend des intempéries auxquelles est soumis le parafoudre, alors qu'il n'en est pas de même pour la première, le rapport en question n'exprime pas effectivement la valeur protectrice de l'appareil. L'auteur prend donc pour facteur de protection le rapport entre la tension de décharge par impulsion et celui à 60 périodes, *sous la pluie*. Or, l'expérience démontre que l'efficacité protectrice diminue quand le parafoudre est exposé aux intempéries ; il faut donc le tenir constamment à l'abri. Il suffit alors de mettre en dérivation un petit spintermètre à sphères *g* que l'on peut aisément couvrir. Il est réglé de façon à produire l'éclatement pour la tension sous laquelle fonctionnerait le spintermètre principal exposé à la pluie ; à la décharge en *g* suit l'éclatement de la corne ; on obtient en même temps, à cause du court-circuit, établi par l'arc principal, l'extinction de l'arc en *g* ; ainsi le facteur de protection est indépendant de la pluie.

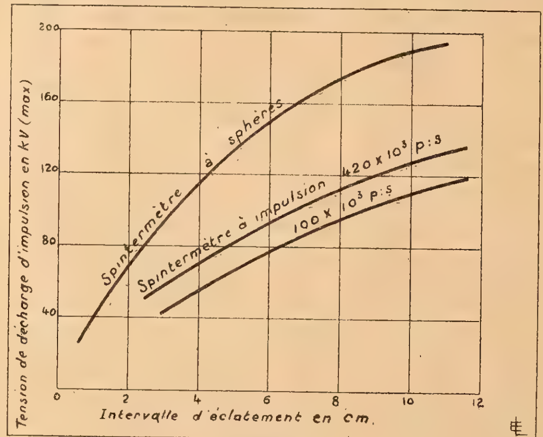


Fig. 5.

L'auteur termine en indiquant que les expériences ont été faites pour des impulsions de fréquence inférieure à 420×10^3, puisque les valeurs supérieures ne correspondent pas aux conditions pratiques ;

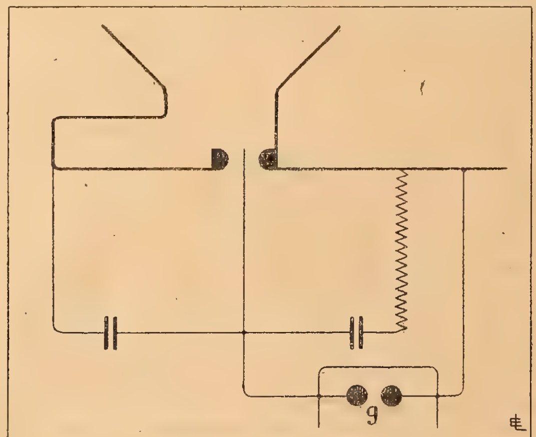


Fig. 6.

en fait, Steinmetz a démontré qu'une onde à front brusque correspond à une fréquence de 1.000×10^3 après avoir parcouru 273 mètres et qu'à une fréquence de 420×10^3 correspond une onde à front infiniment brusque ayant parcouru 1.610 mètres.

M. G.

Informations.

Ain. — Une conférence a été tenue entre les ingénieurs en chef du contrôle des distributions d'énergie électrique et du Génie rural au sujet de la construction d'un réseau de distribution d'énergie électrique dans le périmètre de la commune de Mizerieux.

Ardennes et Aisne. — La Société Sucrière de Saint-Germainmont a sollicité l'autorisation d'établir, par permission de voirie, deux lignes d'énergie électrique à haute tension, s'étendant sur le territoire des départements des Ardennes et de l'Aisne, entre la sucrerie de la Société précitée d'une part, les fermes du Tremblot, de Roberchamp et la station de déchargement de la Société sur le canal latéral à l'Aisne, d'autre part.

La centrale installée par la Société pétitionnaire, ne fournira que la puissance nécessaire à ses propres installations, mais ladite Société s'est engagée à laisser utiliser ses ouvrages pour le transport de l'énergie provenant d'une autre source, et elle est de plus disposée à relier ses installations à tout réseau qui viendrait à être concédé par la suite dans la région.

Calvados. — Conformément aux instructions ministériellees du 15 juillet 1920, des conférences ont été tenues les 10 mai 1922 et le 15 mai 1922, entre les ingénieurs en chef du génie rural et des distributions d'énergie électrique au sujet de l'établissement d'un réseau rural de distribution d'énergie électrique :

1° Dans les communes d'Austris, Saint-Coutrol, Anizy, Vimond-les-Buissons et Combes ;

2° Dans les communes de Biéville, Beuville Mathieu et Périers-sur-le-Dan.

3° Dans la commune de la Pommeraye.

MM. Laugeois et Geneslay, électriciens à Caen, ont solicité l'autorisation d'établir, sous le régime des permissions de voirie, une ligne d'énergie électrique empruntant le territoire des communes de Curcy et de Saint-Martin de Sallen.

Doubs. — La Société des Forces électriques de la Goule a sollicité l'autorisation d'établir, en vertu de permissions de voirie, sur le territoire de la commune de Charquement, une ligne d'énergie électrique à 5.000 volts destinée à alimenter un nouveau transformateur.

Eure-et-Loir. — Sur la demande du Comité du syndicat électrique intercommunal d'Auneau-Maintenon, un arrêté ministériel du 29 juin dernier, a décidé que, par application du décret du 17 octobre 1907, modifié par les décrets des 6 septembre 1912 et 28 février 1920, le contrôle municipal serait exercé, dans les 36 communes affiliées au syndicat, par les agents de l'État.

Haute-Garonne. — M. Blanchard, industriel, a demandé l'autorisation d'établir, par permission de voirie, une ligne particulière d'énergie électrique s'étendant sur les départements de l'Ariège et de la Haute-Garonne, entre La Bastide du Salat et Courbieu, en vue d'alimenter l'entreprise de concassage des carrières d'ophite de Courbieu.

Orne et Manche. — Le secteur Electrique de Céaucé (Orne) a sollicité une concession d'Etat pour l'établissement d'une ligne de transport d'énergie électrique de Passais (Orne) à Le Teilleul (Manche).

Cette ligne traverse le territoire des communes de : Passais-la-Conception, Mantilly et le Teilleul.

Pas-de-Calais et Nord. — La « Société d'intérêt collectif agricole d'électricité de Saudemont et environs » a demandé l'autorisation d'établir, sous le régime des concessions d'Etat, avec délcaration d'utilité publique, une distribution d'énergie électrique aux services publics dans les commune de : Boiry-Notre-Dame, Dury, Etaing, Eterpigny, Haucourt, Récourt, Rémy, Sailly-en-Ostrevent, Saudremont et Torquenne (Pas-de-Calais)

Et de Estrées, Goeulzin (Nord).

Saône-et-Loire. — La Société d'Energie électrique de Chauffailles, La Clayette et extensions a sollicité la concession par l'Etat d'une distribution d'énergie électrique aux services publics entre Coublanc et Chauffailles (Saône-et-Loire) et Belmont (Loire) en traversant les communes de Coublanc, Saint-Igny-de-Roche, Chauffailles (Saône-et-Loire) et la commune de Belmont (Loire).

Approbation de compteurs.

Par arrêté ministériel du 10 juin 1922, le compteur Garnier, type A. M. T. 2. C. pour courant alternatif triphasé non équilibré trois fils a été approuvé pour les tensions jusqu'à 500 volts et les courants jusqu'à 75 ampères.

Un autre arrêté ministériel a approuvé, pour les tensions jusqu'à 500 volts et les courants jusqu'à 75 ampères le compteur Garnier, type A. M. T, R. 2. pour courant alternatif monophasé 2 fils.

Valeur des Index économiques électriques.

Année 1921 (1). *(Tableau récapitulatif, additif et correctif.)*

Départements.	1er trim. 1921. Haute tension	1er trim. 1921. Basse tension	2e trim. 1921. Haute tension	2e trim. 1921. Basse tension	3e trim. 1921. Haute tension	3e trim. 1921. Basse tension	4e trim. 1921. Haute tension	4e trim. 1921. Basse tension
Ain	172	224	137	185	137	185	140	188
Aisne	245	296	229	277	155	203	140	189
Allier	204	256	171	219	155	203	143	192
Alpes (Basses-)	172	223	137	185	128	176	123	172
Alpes (Hautes-)	172	223	137	185	128	176	123	172
Alpes-Maritimes	172	223	137	185	128	176	123	172
Ardèche	172	223	137	185	128	176	123	172
Ardennes	209	261	173	221	156	204	151	199
Ariège	172	223	137	185	128	176	123	172
Aube	275	328	192	240	183	232	161	210
Aude	172	223	137	185	128	176	123	172
Aveyron	208	259	194	242	149	197	135	184
Belfort (Terr. de)	172	224	137	185	159	207	150	198
Bouches-du-Rhône	172	223	137	185	128	176	123	172
Calvados	282	334	220	268	189	237	163	212
Cantal	204	256	171	219	155	203	143	192
Charente	279	331	228	276	189	237	164	213
Charente-Infér	233	284	174	222	168	216	122	171
Cher	201	253	203	251	177	225	164	213
Corrèze	279	331	228	276	189	237	164	213
Côte-d'Or	250	301	194	242	159	207	150	198
Côtes-du-Nord	328	380	166	214	162	210	138	186
Creuse	279	331	228	276	189	237	164	213
Dordogne	208	259	194	242	149	197	135	184
Doubs	172	224	137	185	159	207	150	198
Drôme	172	223	137	185	128	176	123	172
Eure	178	229	169	217	159	207	127	176
Eure-et-Loir	251	303	202	250	182	230	144	192
Finistère	328	380	166	214	162	210	138	186
Gard	172	223	137	185	128	176	123	172
Garonne (Haute-)	208	259	194	242	149	197	135	184
Gers	208	259	194	242	149	197	135	184
Gironde	273	325	174	222	168	216	122	171
Hérault	172	223	137	185	128	176	123	172
Ille-et-Vilaine	328	380	166	214	162	210	138	186
Indre	201	253	203	251	177	225	164	213
Indre-et-Loire	223	274	207	255	175	223	143	192
Isère	172	224	137	185	137	185	140	188
Jura	172	224	137	185	159	207	150	198
Landes	273	325	174	222	168	216	122	171
Loir-et-Cher	201	253	203	251	177	225	164	213
Loire	204	256	171	219	155	203	143	192
Loire (Haute-)	204	256	171	219	155	203	143	192

Départements.	1er trim. 1921. Haute tension	1er trim. 1921. Basse tension	2e trim. 1921. Haute tension	2e trim. 1921. Basse tension	3e trim. 1921. Haute tension	3e trim. 1921. Basse tension	4e trim. 1921. Haute tension	4e trim. 1921. Bassse tension
Loire-Inférieure	273	325	174	222	168	216	122	171
Loiret	251	303	202	250	186	234	161	210
Lot	208	259	194	242	149	197	135	184
Lot-et-Garonne	208	259	194	242	149	197	135	184
Lozère	172	223	137	185	128	176	123	172
Maine-et-Loire	223	274	207	255	175	223	143	192
Manche	231	282	176	224	167	215	144	193
Marne	276	328	165	213	165	213	161	210
Marne (Haute-)	248	300	155	203	170	218	160	208
Mayenne	266	318	185	233	180	228	143	192
Meurthe-et-Mos	216	268	188	236	163	211	157	206
Meuse	216	268	188	236	163	211	157	206
Morbihan	328	380	166	214	162	210	138	186
Nièvre	305	356	241	289	181	229	158	207
Nord	181	237	134	182	134	185	124	172
Oise	250	301	186	234	170	218	154	203
Orne	300	351	273	321	182	230	144	192
Pas-de-Calais	185	237	134	182	134	183	124	172
Puy-de-Dôme	204	256	171	219	155	203	143	192
Pyrénées (Basses-)	273	325	174	222	168	216	122	171
Pyrénées (Hautes-)	208	259	194	242	149	197	135	184
Pyrénées-Orient	172	223	137	185	128	176	123	172
Rhône	172	224	137	185	137	185	140	188
Saône (Haute-)	172	224	137	185	159	207	150	198
Saône-et-Loire	250	301	137	185	137	185	140	188
Sarthe	266	318	185	233	182	230	150	199
Savoie	172	224	137	185	137	185	140	188
Savoie (Haute-)	172	224	137	185	137	185	140	188
Seine	250	301	186	234	170	218	154	203
Seine-Inférieure	178	229	169	217	137	185	110	159
Seine-et-Marne	250	301	186	234	170	218	160	209
Seine-et-Oise	250	301	186	234	170	218	154	203
Sèvres (Deux-)	223	274	207	255	175	223	143	192
Somme	185	237	134	182	134	183	124	172
Tarn	208	259	194	242	149	197	135	184
Tarn-et-Garonne	208	259	194	242	149	197	135	184
Var	172	223	137	185	128	176	123	172
Vaucluse	172	223	137	185	128	176	123	172
Vendée	273	325	174	222	168	216	122	171
Vienne	279	331	228	276	189	237	164	213
Vienne (Haute-)	279	331	228	276	189	237	164	213
Vosges	216	268	188	236	163	211	157	206
Yonne	305	356	241	289	181	229	158	207

Index spéciaux.

1er Trimestre 1921.

	Haute tension.	Basse tension.
Compagnie d'Electricité d'Angers (Centrale d'Angers)	192	243
Société d'Electricité de l'Ouest (Centrale de Segré)	287	339
Société de Production, Transport et Distribution	191	242
Société Le Centre Electrique	227	279
Société Electricité et Gaz du Nord	196	248
Société d'Electricité de la Région Valenciennes-Anzin	171	223

(1) Voir tableau des index 1919 et 1920 dans *l'Electricien* du 1er mai 1921, p. 206.

2e Trimestre 1921.

Société de Production, Transport et Distribution	210	258
Société Le Centre Electrique	180	228
Compagnie Electricité d'Angers	197	245
Société de Distribution d'Electricité de l'Ouest	226	274

3e Trimestre 1921.

Compagnie d'Electricité d'Angers	173	221
Société de Distribution d'Electricité de l'Ouest	178	226
Société de Production, Transport et Distribution	175	224
Société Le Centre Electrique	181	229

4e Trimestre 1921.

Société de Production, Transport et Distribution	161	210
Société Le Centre Electrique	167	216

Index du 1er trimestre 1922.

(Suite à la liste parue dans le numéro du 1er juillet, p. 302.

	Haute tension.	Basse tension.
Ardennes	147	197
Jura	138	188

LÉGISLATION

Distributions à 220/380 volts alternatif autorisées en 1re catégorie.

Un certain nombre de sociétés ou de groupements s'occupant de la distribution de l'énergie électrique, ont demandé que, par dérogation à l'article 1er de l'arrêté ministériel du 30 juillet 1921, fixant les conditions techniques auxquelles doivent satisfaire les distributions d'énergie, les ouvrages de distribution comportant une tension alternative de 220 /380 volts, soient compris parmi les ouvrages de première catégorie.

Le Comité d'Electricité, consulté à ce sujet, a estimé qu'il y avait lieu, en attendant qu'une prochaine revision dudit arrêté permette de relever, si la nécessité en est reconnue, et dans une mesure raisonnable, le maximum de la tension des courants alternatifs de 1re catégorie, d'accorder à ces sociétés et groupements le bénéfice de la dérogation sollicitée.

Une décision ministérielle récente a approuvé cet avis et décidé que pour tous les ouvrages des demandeurs dépendant des installations comportant une tension de 220 /380 volts, la réglementation à appliquer serait celle qui se rapporte à ceux de la 1re catégorie.

Toutefois, les tensions voisines de 500 volts entre conducteurs de courants alternatifs simples et les tensions voisines de 453 volts entre conducteurs des courants triphasés, exigeant pour les installations intérieures des précautions plus sérieuses que celles qui suffisent pour les installations de la première catégorie, les services de contrôle de distribution d'énergie électrique dans les départements intéressés en l'espèce ont été invités à adresser à ce sujet des recommandations spéciales aux municipalités, sociétés, etc... au moment de l'établissement de distributions nouvelles comportant les tensions précitées.

Il est bien entendu que l'intervention sur ce point des services de contrôle ne saurait dispenser les sociétés distributrices d'énergie électrique d'adresser, à titre personnel, aux abonnés utilisant le courant 220 /380 volts, les recommandations et avertissements relatifs aux mesures particulières de sécurité qu'il convient de prendre en l'espèce.

J. R.



Loi autorisant la création des réseaux de transport d'énergie électrique.

La loi autorisant la création de réseaux de transport d'énergie électrique à haute tension et modifiant la loi du 15 juin 1906 sur les distributions d'énergie a été publiée au *Journal officiel* du 21 juillet 1922.

Voici le texte de cette loi :

Article unique. — La loi du 15 juin 1906 sur les distributions d'énergie est complétée ainsi qu'il suit :

1° Ajouter un article 3 *bis* ainsi libellé :

« Dans le but d'assurer une utilisation plus complète et une meilleure répartition de l'énergie électrique, qu'elle provienne d'usines thermiques ou hydrauliques, l'Etat, s'il n'en prend lui-même l'initiative, pourra obliger les producteurs, et au besoin les distributeurs d'énergie, les départements, communes et services publics d'une même région, intéressés sous une forme quelconque à un transport d'énergie électrique, à constituer sous sa direction, et, le cas échéant, avec son concours financier, un organisme collectif spécial, en vue de construire et d'exploiter un réseau de lignes de transport à haute tension destinées notamment à joindre les usines productrices entre elles et aux sous-stations de transformation d'où partent les lignes de distribution.

« Si certains des producteurs ou distributeurs d'énergie dont l'Etat juge le concours indispensable à la réalisation d'un organisme collectif de cette nature ou à son développement normal dans la suite, refusent leur concours, l'Etat peut, après avis du comité d'électricité, se substituer à eux

soit par rachat de leurs installations, si l'acte qui les autorise prévoit cette éventualité, soit par voie d'expropriation, conformément à la loi du 3 mai 1841, après que l'utilité publique en aura été prononcée par décret en Conseil d'Etat.

« La loi de finances déterminera chaque année le montant total, en capital, des engagements que le Ministre des Travaux Publics est autorisé à contracter en exécution du présent article.

« Le cahier des charges fixera les taxes maxima de péage que l'organisme collectif sera autorisé à percevoir des usagers du réseau que tous les producteurs et distributeurs de la région intéressée pourront être tenus d'emprunter pour le transport de leur énergie. Des permisssions de voirie ne pourront être délivrées par le préfet ou des actes de concession passés au nom de l'Etat, dans cette même région, que si ces entreprises ne font pas double emploi avec les réseaux de transport, et les obligations à elles imposées devront, en tout cas, tenir compte de leur existence et des conditions de leur fonctionnement.

« Les refus, pour cause de double emploi, des demandes de concessions présentées dans la région, devront faire l'objet de décisions motivées du Ministre des Travaux Publics, prises après avis du Comité d'électricité. »

2° Modifier le premier alinéa de l'article 18 comme suit :

Après les mots :

« Les règlements de l'alinéa 7°...

Ajouter :

« ... et de l'article 3 *bis*.

3° Rédiger l'alinéa 1° de l'article 18 comme suit :

« 1° La forme des enquêtes prévues aux articles 6, 11 et 12, étant stipulé, d'une part, que l'avis des conseils municipaux intéressés devra, dans tous les cas, être demandé au cours de ces enquêtes, d'autre part, que l'avis des conseils généraux et des Chambres de Commerce devra être demandé au cours des enquêtes ouvertes en cas de constitution des organismes collectifs prévus à l'article 3 *bis*. »

4° Ajouter à l'article 18 un alinéa 4° *bis* ainsi libellé :

« Les formes et le mode de fonctionnement des organismes collectifs de transport et de répartition d'énergie prévus à l'article 3 *bis* nouveau et notamment :

« *a*) Les modalités et les conditions du concours financier de l'Etat ;

« *b*) Par dérogations aux dispositions de la loi du 24 juillet 1867 et des lois subséquentes qui l'ont modifiée, le nombre des représentants que l'Etat pourra exiger dans le conseil d'administration, les modalités de la désignation de ces représentants, l'étendue de leurs droits et de leurs obligations.

5° Ajouter le n° 4 *bis* nouveau à l'énumération du dernier alinéa de l'article 18.

Fait à Rambouillet, le 19 juillet 1922.

A. MILLERAND.

Par le Président de la République.

Le ministre des Travaux publics, YVES LE TROCQUER.

Le ministre de l'Intérieur, MAURICE MAUNOURY.



Traversée des voies ferrées.

CIRCULAIRE du 4 juillet 1922.

INTERPRÉTATION DE L'ARTICLE 25, § 8, DE L'ARRÊTÉ TECHNIQUE DU 30 JUILLET 1921.

Le ministre des Travaux publics à Monsieur le préfet du département D...

Depuis la mise en application des dispositions de l'arrêté ministériel du 30 juillet 1921, déterminant les conditions techniques auxquelles doivent satisfaire les distributions d'énergie électrique, j'ai été saisi, à diverses reprises, de divergences d'interprétation qui se sont élevées en ce qui concerne le sens qu'il convient de donner au § 8 de l'article 25, relatif aux coefficients de sécurité à exiger pour les installations aériennes traversant les voies ferrées.

Après avis du Comité d'Electricité, j'estime que le paragraphe dont il s'agit doit se comprendre ainsi :

Il comporte deux dispositions entièrement différentes : l'une relative à la situation normale, dans laquelle le coefficient de sécurité doit être de 10 pour les conducteurs et de 5 pour les autres éléments ; l'autre concernant l'hypothèse de la rupture de tous les conducteurs placés d'un même côté. Dans le premier cas, le coefficient de sécurité de l'installation constituant la traversée est calculé conformément aux indications de l'article 6, d'après lequel le coefficient de sécurité de tous les éléments est le rapport entre l'effort correspondant à la charge de rupture et l'effort le plus grand auquel chaque élément peut être soumis.

Du rapprochement des textes, il résulte évidemment que le coefficient de sécurité 5 exigé pour les maçonneries de fondation est le coefficient de sécurité concernant les efforts moléculaires dans le massif et non pas le coefficient de stabilité statique de l'ensemble.

Au contraire, dans l'hypothèse, considérée comme la plus défavorable, de la rupture de tous les conducteurs placés d'un même côté du support, c'est le coefficient de stabilité statique de l'ensemble qui a été visé : la seule condition imposée dans ce cas est

que le pylone tienne debout et, dès lors que le coefficient de stabilité adopté soit au moins égal à 1, sans tenir compte de la butée des terres, celle-ci sera toujours pratiquement suffisante pour élever la valeur dudit coefficient au delà de l'unité.

En conséquence le coefficient de sécurité 5 exigé pour les maçonneries de fondation des supports dans les cas visés par le § 8 de l'article 25, doit s'appliquer à l'équilibre élastique de ces maçonneries et les mots *sans tenir compte de la butée des terres*, introduits dans la première phrase dudit paragraphe, sont à supprimer. Le § 8 de l'article 25 doit donc être rectifié comme suit :

« § 8. — Le coefficient de sécurité de l'installation constituant la traversée, calculé conformément aux indications de l'art. 6, est au moins égal à 5 pour les organes de supports et pour les maçonneries de fondation, et à 10 pour les conducteurs. Dans l'hypothèse de la rupture de tous les conducteurs placés d'un même côté, le coefficient de sécurité de l'installation, y compris le haubanage, s'il y en a, doit être au moins à l'unité, sans tenir compte de la butée des terres. »

J'adresse un exemplaire de la présente circulaire à M. l'Ingénieur en chef du Contrôle des distributions d'énergie électrique de votre département.

Le ministre des Travaux publics,
LE TROCQUER.

Inventions. — Appareils et procédés nouveaux

PERFECTIONNEMENTS AUX INSTALLATIONS TÉLÉPHONIQUES A LONGUE DISTANCE

Le procédé consiste à n'utiliser qu'une bobine à simple enroulement et à perméabilité constante pour charger sur chaque fil à la fois les circuits réels et fantômes. Cette bobine peut être montée avec relais à forte amplification

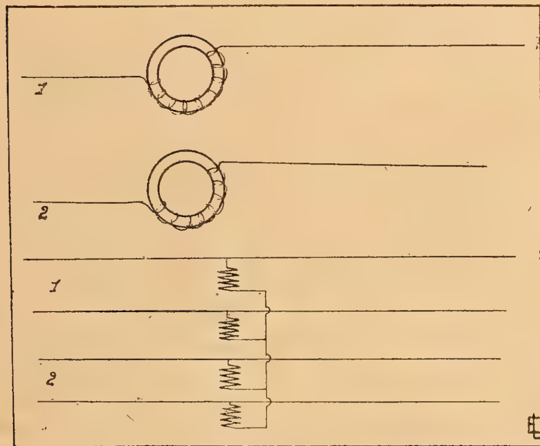


Fig. 1.

La figure 1 représente :
Un montage en série (procédé Pupin).
Un montage en dérivation (procédé Thomson). (Br. Fr. nº 538.062. — Société d'Etudes pour liaisons à longue distance).

INTERRUPTEUR

Un interrupteur à action rapide comprend (fig. 2) un levier 1 muni d'une poignée 12 pivotant en 2, une pièce de contact 6 pivotant en 7 sur la base 16 et située verticalement au-dessous du pivot 2. Un ou plusieurs ressorts de tension 4 réunissent l'extrémité inférieure 3 du levier 1 au point 5 sur la pièce de contact 6. Dans l'action, l'extrémité 3 du levier 1, après avoir traversé la ligne des centres 6, 7, atteint le point de compression maximum du ressort 4, au delà duquel le ressort 4 se relâche, la pièce de contact 6 ouvrant ou fermant le circuit entre les contacts fixes et mobiles 10 et 8. Le courant est amené au contact mobile par les petites plaques 13 portant le pivot 7. Dans une variante (fig. 3), les contacts 9 peuvent aussi être placés à l'extrémité 6^1 de la pièce de contact 6. (Brev. angl. nº 169.459. — Spengler).

M. M.

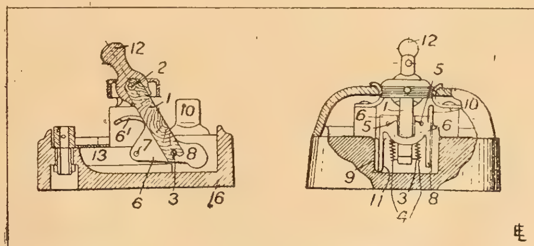


Fig. 2. Fig. 3.

INTERRUPTEURS-DISJONCTEURS

Un interrupteur électro-magnétique ou type comprenant un plongeur en fer flottant dans une colonne de mercure dont l'enveloppe est entourée par un électro est réuni à un circuit pour agir comme limiteur de courant. Dans la forme représentée figure 4, une enveloppe A, en matière isolante, est fermée à ses deux extrémités par des chapeaux métalliques E H et contient une colonne de mercure F dans laquelle flotte un plongeur en fer B ; le sommet de ce plongeur possède un creux C contenant du mercure dans lequel plonge une tige D qui complète le circuit entre les contacts supérieurs et inférieurs E, H. Une bobine annulaire G entoure la colonne de mercure ; des boulons J, J_1 servent à régler la position de la bobine par rapport au plongeur B. Lorsque le courant dépasse une certaine valeur, le plongeur B est attiré, ce qui a pour effet de couper le circuit entre C et D, et cette coupure dure jusqu'à ce que le circuit ait repris sa valeur normale.

Les dispositifs (fig 5) s'appliquent au courant alternatif. L'électro L produit un abaissement de la colonne de mercure P amenant le courant, produisant ainsi une coupure

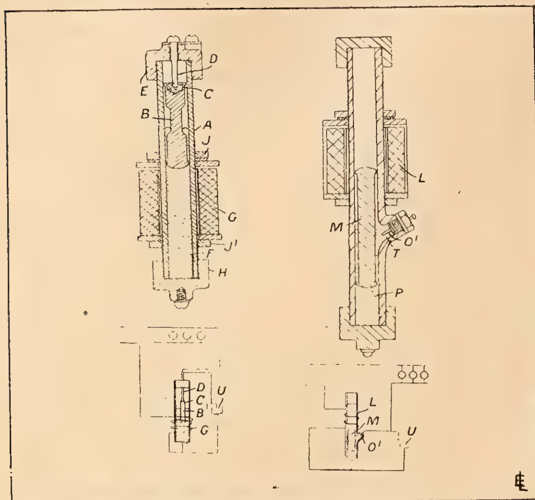


Fig 4. Fig 5.

du circuit entre le mercure et la pointe de la tige O[1] qui est placée dans un retrait latéral de l'enveloppe. (Br. angl. n° 169.510. — Schattner.)

M. M.



Dispositif avertisseur de déclenchement.

J'ai lu la note de M. Cornice, page 19 de l'*Electricien*.

Ayant eu à établir un contact analogue, je l'ai fait de la façon suivante (fig. 1).

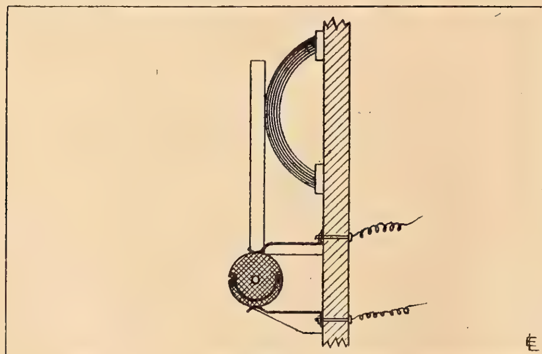


Fig. 1.

J'ai remplacé l'axe de rotation du disjoncteur par une tige plus longue à une extrémité de laquelle j'ai calé une rondelle de fibre portant 2 contacts de cuivre reliés entre eux, 2 tôles de laiton fines faisant office de balais et c'est tout.

Fornaro.

On nous demande :

Détermination du calibre du compteur d'une installation.

La recherche du calibre d'un compteur électrique à placer pour mesurer l'énergie consommée par une installation est chose très facile. Pour toutes les installations de force motrice, qu'elles soient à courant continu ou alternatif, la charge est approximativement équilibrée sur les différents ponts, il suffit pour cela de poser en principe que les moteurs devront être polyphasés ou pris sur les fils extrêmes en courant continu au-dessus d'une certaine puissance.

Pour la lumière, au contraire, la question d'équilibrage des ponts joue un rôle prépondérant, et pour obtenir un bon résultat, il faut fixer une limite maximum de la charge en lumière admissible par pont, cette charge maximum variera avec l'importance du secteur.

On commence donc par établir un avant projet de l'installation de lumière, c'est-à-dire le nombre de lampes nécessaires, le genre de lampes et leur intensité lumineuse. Bien faire attention que les lampes 1/2 watt ne consomment véritablement le 1/2 watt qu'à partir d'une certaine puissance lumineuse ; on obtient ainsi le nombre de watts totaux pour l'éclairage. Si ce nombre de watts est supérieur à celui admis au maximum par pont, on devra équilibrer l'installation sur plusieurs ponts.

Prenons, à titre d'exemple, la réglementation imposée par l'arrêté régissant les installations à Paris, c'est-à-dire par l'arrêté de M. le Préfet de la Seine du 8 juin 1909, modifié par les arrêtés des 22 février et 20 octobre 1921.

L'article 21 du Titre II, dit ceci :

« Les canalisations collectives d'immeubles seront au moins à 3 fils si elles sont reliées à un réseau à fils multiples.

« Elles devront être à 5 fils lorsqu'elles seront reliées à un réseau 5 fils continu ou alternatif, si la puissance totale des compteurs, prévue par le propriétaire, dépasse 50 hectowatts.

« Ces conditions s'appliquent à tout branchement individuel d'abonné alimentant un ou plusieurs compteurs d'une puissance totale supérieure à 25 hectowatts. »

Les articles 119 et 122 du Titre V réglementent d'une façon analogue les puissances maxima à admettre par pont pour les moteurs.

Ainsi donc, sur la zone à deux fils monophasée, les compteurs d'éclairage seront d'un calibre en ampères obtenu en divisant le nombre de watts nécessaires à l'installation par la différence de potentiel de la distribution, c'est-à-dire 110 volts.

Pour la zone 3 fils à courant continu, au-dessus de 25 hectowatts, les compteurs lumière seront à 3 fils, 2 × 110 volts. Donc pour 2.500 watts d'installation, on utilisera un compteur 2 fils, 25 ampères, 110 volts, alors que pour 3.000 watts, on utilisera un compteur 3 fils, 15 ampères, 2 × 110 volts.

Pour les zones 5 fils (continu ou alternatif diphasé), on utilisera des compteurs 2 fils jusqu'à 2.500 watts, des compteurs 3 fils jusqu'à 5.000 watts et 5 fils au-dessus. Par exemple, pour 6.000 watts on utilisera un compteur 5 fils, 15 ampères, 4 × 110 volts.

La puissance du contrat devra bien entendu, être choisie parmi les types de compteurs que les constructeurs construisent. Nous indiquons ci-dessous le tableau du genre de compteurs à utiliser sur les zones 5 fils (continu ou alternatif diphasé) à Paris.

Si toutes les lampes ne doivent pas éclairer simultanément, on peut signer un contrat d'une puissance infé-

COMPTEURS

Puissance du contrat	ECLAIRAGE — Fils et volts de l'installation		
	2 fils 110 volts	3 fils 2 × 110 volts	5 fils 4 × 110 volts
3	3		
5	5		
10	10		
15	15		
20	25		
25	25		
30		15	
40		25	
50		25	
60			15
80			25
100			25
150			40
200			50
250			60
300			75
400			100
500			125

rieure à celle des lampes installées et réduire ainsi le nombre de fils, mais le secteur protège l'installation par des fusibles calibrés placés dans des coffrets de branchement plombés qui limitent l'intensité disponible par pont, cette instensité maximum étant en rapport avec la puissance du contrat signé et le calibre du compteur posé.

Pour les secteurs de province, une réglementation analogue peut être établie suivant la forme et la tension du courant distribué.

E. FRANÇOIS.

CARNET DE LA T. S. F.

Les concerts radiotéléphoniques de La Haye.

Le journal anglais *Daily Mail* avait projeté d'envoyer des concerts par téléphonie sans fil. N'ayant pu, pour des raisons commerciales, faire effectuer ce service par une station radiotélégraphique anglaise, il a décidé de les faire exécuter par la station hollandaise de La Haye. Cette dernière station donnait des concerts radiotéléphoniques depuis deux ans déjà, mais elle allait les arrêter faute de fonds. Grâce à l'aide pécuniaire du *Daily Mail*, ils vont donc continuer pour la grande joie des amateurs.

La portée de ces concerts va être étendue de 800 à 1.600 kilomètres, de sorte que les amateurs de l'Europe centrale et de l'Europe occidentale pourront les recevoir.

Plus tard, cette portée sera augmentée jusqu'à 3.200 kimètres, ce qui permettra l'audition des concerts dans toute l'Europe, la Palestine, l'Egypte du Nord et l'Atlantique Est.

Ces concerts ont lieu deux fois par semaine. Ils comprennent, entre autres, de la musique de danse et des histoires pour les enfants. Ainsi donc, tous les jeudis et dimanches, le soir entre 19 heures et 20 heures, les amateurs peuvent s'apprêter à recevoir les concerts de La Haye qui ont commencé fin juillet. La longueur d'onde est de 1.050 mètres, l'indicatif d'appel P. C. G. G.

G. R.

BIBLIOGRAPHIE

Machines électriques (Théorie, essais et construction). Electrotechnique appliquée, par A. Mauduit, ancien élève de l'école Polytechnique, professeur à la Faculté des Sciences de Nancy. Préface de A. Blondel, membre de l'Académie des Sciences. 3e édition revue et augmentée. Volume 16 × 25, de XXVIII-1180 pages avec 594 figures (Prix : 80 fr., Dunod éditeur).

Cet ouvrage comporte l'étude approfondie des essais, théorie, calcul et construction des machines électriques utilisées dans la pratique moderne.

La construction des machines est très développée et est toujours précédée de la théorie élémentaire et des essais.

Il comprend dix chapitres. Après l'exposé des notations et conventions, le 1er chapitre traite de l'étude des appareils de mesure et des divers essais relatifs aux machines à courant continu.

Le chapitre II expose les points principaux de la théorie de la dynamo à courant continu : enroulements, réaction d'induit et commutation. Le chapitre III est relatif au calcul des dynamos à courant continu et au calcul des machines spéciales (turbo-dynamos, moteurs de tramways, etc.)

Le chapitre IV comprend l'exposé des propriétés générales des courants alternatifs sinusoïdaux, l'étude des appareils de mesure pour courants alternatifs, les méthodes de mesure des puissances, etc. Au chapitre V sont traités la théorie, les essais et la construction des alternateurs avec formules, indications mécaniques et exemples. Le chapitre VI est consacré aux transformateurs statiques, monophasés et triphasés.

Le chapitre VII se rapporte aux moteurs d'induction, traités d'après les travaux de M. Blondel, avec les corrections préconisées par la Chambre syndicale des Constructeurs de gros matériel. Le chapitre VIII comprend l'étude complète des machines synchrones, et le chapitre IX donne la théorie des moteurs alternatifs à collecteur ; il se termine par l'étude du fonctionnement en récupération des moteurs monophasés de traction, transformés en génératrices shunt monophasées.

Enfin, le chapitre X groupe quelques compléments divers ; étude expérimentale des formes d'onde des tensions et des courants ; redresseurs à vapeur de mercure, transformation mutuelle des courants triphasés et diphasés ; dynamos spéciales.

En résumé, cet ouvrage constitue le meilleur guide pour les ingénieurs, électriciens, constructeurs ou exploitants.

Nulle part ailleurs ils ne trouveront une exposition aussi claire jointe à une égale abondance de renseignements pratiques indispensables pour élaborer rapidement un projet exempt de mécomptes dans sa réalisation.

Gazogènes et moteurs à gaz pauvre à la portée de tous, théorie et pratique du gaz pauvre, installation et conduite des gazogènes et des moteurs, par R. Champly, 2e édition revue et augmentée. Librairie Desforges, éditeur. Prix, 15 francs.

L'ouvrage de M. Champly est écrit par un praticien, pour l'industriel et pour l'ouvrier usagers du gaz pauvre : théories précises et substantielles, installation, conduite et entretien des appareils et documents comparatifs de dépenses de consommation, description des meilleurs gazogènes, des moteurs, brûleurs, etc., sont données avec un caractère vraiment pratique.



TRIBUNE DES ABONNÉS

*Notre Tribune est une rubrique de renseignements mutuels ouverte à tous nos abonnés. La Rédaction de l'*Electricien *n'est pas responsable des réponses fournies. Nous prions nos lecteurs de limiter leurs demandes au domaine de la pratique industrielle.*

DEMANDES

N° 722. — Je possède un moteur industriel 7HP horizontal à 2 volants sur lequel je désire installer l'allumage électrique avec les appareils suivants que je voudrais utiliser :

1° Une magnéto Bosch « K 4» provenant d'un moteur Mercédès à allumage par rupteur magnétique. Cette magnéto ne comporte qu'un enroulement primaire, avec rupteur identique à celui des magnétos H. T. La rupture ainsi obtenue sur du primaire devait provoquer dans la bougie magnétique une étincelle d'extra-courant.

2° Une bobine d'allumage Nilmelior sans trembleur, construite pour 2 cylindres, dont je n'utiliserai qu'un côté voir plus loin la disposition des bornes).

Pourrait-on m'indiquer le schéma de montage pour obtenir une bonne étincelle à la bougie et un départ facile ?

Après plusieurs essais sur l'établi, j'ai pu obtenir du courant secondaire, en supprimant le levier de rupture de la magnéto. Le courant primaire recueilli sur la vis centrale et branché à la borne P+ de la bobine retourne à la masse par la borne C 1 en passant par un rupteur indépendant. La borne M de la bobine est supposée commune aux deux enroulements secondaires seuls.

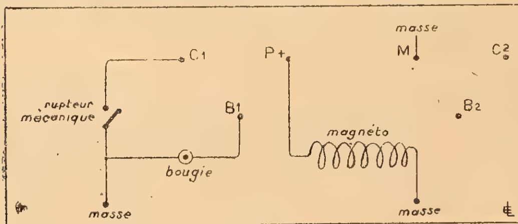


Fig. 1.

3° Les enroulements de la bobine peuvent-ils recevoir utilement le courant d'une magnéto semblable ? Le schéma (fig. 1) est-il correct ?

N° 723. — Disposant d'une source de courant alternatif triphasé sous 200 volts, j'ai l'intention de construire un redresseur ou une soupape me donnant un courant capable de recharger deux accumulateurs de 30 AH nécessaires au chauffage des filaments des amplificateurs dans un poste de T. S. F. Un lecteur complaisant voudrait-il me donner tous les renseignements utiles à ce sujet et, au besoin, me faire un schéma avec dimensions.

N° 724. — Je serais désireux de connaître les procédés pratiques pour souder l'aluminium et en particulier pour la soudure électrique des tôles d'aluminium minces.

N° 725. — Un abonné peut-il donner dans *l'Electricien* schémas et explications détaillées pour l'installation d'un poste de soudure électrique ?

Nous possédons dans nos ateliers du courant continu 240 volts (force) et 125 volts lumière.

Quel appareillage nécessite une telle installation ? Quelle maison s'occupe de ces installations ? Au point de vue rendement, avantages de la soudure électrique sur la soudure autogène ?

N° 726. — J'ai installé ici un chauffe-bain composé d'éléments chauffants sous gaine plomb baignant dans l'eau à échauffer (fig. 2). L'appareil était branché à 240 volts sur distribution 3 fils 120-240 neutre à la terre. Au bout de huit jours deux éléments sur six étaient percés. Quelques jours après le remplacement des éléments atteints, le même accident se reproduisait.

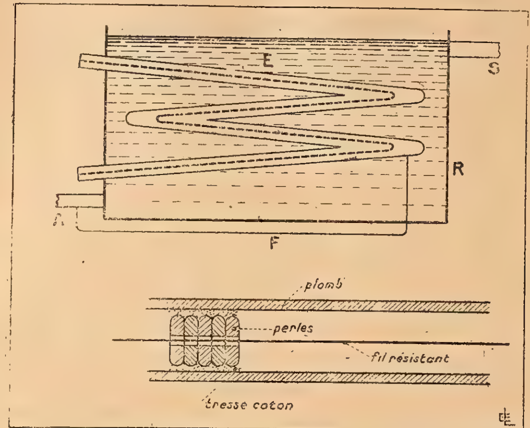


Fig. 2.

LÉGENDE : R Récipient. — E Elément chauffant. — A Arrivée d'eau. — S Sortie d'eau. — F Fil shuntant la gaîne plomb à la masse de l'appareil.

Je crois que des effets d'électrolyse, provenant de courants très faibles se rendant à la terre par l'intermédiaire de l'eau, peuvent seuls décomposer ainsi le plomb.

Ne serait-il pas possible d'obvier à ces effets en shuntant le circuit gaine plomb-eau et masse pas un fil de cuivre selon schéma ci-joint, afin d'éviter la décomposition électrolytique.

N° 727. — Quel est l'ouvrage qui traiterait du calcul mécanique des lignes de traction (tramway) ?

N° 728. — Quel est le moyen le plus pratique pour réparer les bacs fendus légèrement en gummite (bacs d'accus) ?

N° 729 — A la suite de l'entrefilet paru dans *l'Electricien* du 1er septembre 1921, rubrique « Inventions » intitulé « Procédé pour recevoir les oscillations électriques entretenues », pourriez-vous me faire savoir :

1° Si l'on peut utiliser un montage en Oudin à la place du Tesla indiqué.

2° La valeur des selfs du système oscillant : la longueur du fil à employer et si ce sont des noyaux ouverts ou fermés.

N° 730. — 1° Quel moteur (chevaux, tours, poulie) dois-je choisir pour actionner une machine absorbant une puissance déterminée ? Donner un exemple concret.

2° Indiquer les rapports qui relient entre eux, diamètres de poulies, vitesses, forces et travail de la machine et du moteur considérés.

N° 732. — Un lecteur de *l'Electricien* aurait-il à céder l'ouvrage suivant : *Lombard, Cours élémentaire de construction mécanique* épuisé en librairie ?

N° 733. — Pourrait-on m'indiquer un procédé capable d'éloigner des cabines de transformation situées dans les villages les insectes quelconques et surtout les araignées?

N'y a-t-il pas un produit qui, déposé dans la cabine dégagerait une odeur éloignant ces animaux tout en étant inoffensif pour les appareils électriques ?

N° 734. — Pourquoi n'a-t-on construit, pour les postes de réception de téléphonie sans fil que des condensateurs variables à air. Y aurait-il un inconvénient à les construire à diélectrique liquide (glycérine par exemple) ? Il me semble qu'il y aurait moins de variations qu'avec l'air, qui est plus ou moins humide suivant la température. La construction ne serait pas plus onéreuse, on pourrait supprimer plusieurs lames. La glycérine étant meilleur diélectrique que l'air :

Glycérine : coefficient 4 à 5.

Air : coefficient 1.

N° 735. — Existe-t-il un système de transformateur statique triphasé-monophasé, qui permet d'utiliser en monophasé la pleine puissance d'un alternateur triphasé ? C'est-à-dire :

1° Le triphasé, équilibré avec un cos φ supérieur à 0,80.

2° Il est admis que l'utilisation monophasé serait sous un cos φ voisin de 0,95.

Demandes d'adresses de fournisseurs.

N° 736. — Demande fournisseurs d'appareils pour la galvanisation du fer et de l'acier, nikelage, argenture et dorure.

N° 737. — Demande maison achetant les culots de lampes

N° 738. — Quelles sont les grandes firmes étrangères fabriquant les accumulateursé lectriques (Allemagne, Suisse, Italie, Belgique, Amérique) ?

N° 739. — Maisons fabriquant les petits moteurs électriques (altern. 2 fils) pour machine à coudre et prix. Schéma de montage. Puissance nécessaire.

RÉPONSES

N° 670 R. — 1° Evitez surtout de brancher la sortie de la bobine avant l'ampèremètre car alors ce dernier serait traversé par le courant résultant des 3 transformateurs I naturellement influencé en conséquence. En branchant vos transformateurs I selon le schéma (fig. 3), vous obtiendrez pour votre bobine maxima un courant résultant proportionnel à la charge du moteur. Je ne connais pas d'autre montage qui soit rationnel.

2° Vous ne pouvez faire faire demi-tour à un de vos transformateurs I alimentant le maxima sans inverser également les connexions au secondaire. Dans ces cabines de la S. A. E. M. les transformateurs I ont cette disposition afin que les seconds des 3 transformateurs I soient groupés en un même point pour éviter les longues connexions basse tension qui seraient dangereuses.

3° Pour un système triphasé équilibré ou à peu près, la sécurité est entière avec ces cabines car : *a*) en cas de surcharge du moteur le courant résultant des secondaires des transformateurs I est proportionnel à l'intensité absorbée par le moteur ;

b) En cas de terre sur deux phases (au court-circuit) si ce sont les deux phases qui alimentent le disjoncteur, tout est pour le mieux et s'il n'y en a qu'une, elle suffira toujours à assurer le déclenchement du disjoncteur car, en admettant que la phase III ne fournisse rien, le déclenchement se fera dès que le courant circulant dans la phase I atteindra le point critique pour lequel le disjoncteur, est réglé mais en tous cas avant que I soit le double de l'intensité normale de déclenchement en triphasé, ce qui serait loin du court-circuit.

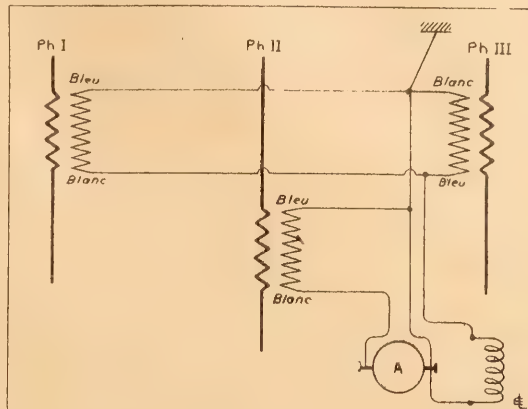


Fig. 3.

c) Quant à assurer la sécurité d'un réseau non équilibré tel que vous l'exposez, je crois qu'il n'y faut pas songer, car naturellement lorsque vous provoquerez un court-circuit entre la phase II et le neutre vous ne pourrez déclencher, à moins que de mettre sur la cabine un ampèremètre approprié et alimenter la bobine maxima par 3 transformateurs I.

Il est à remarquer que ces cabines sont pour circuits équilibrés.

N° 679 R. — Avec quatre soupapes montées comme figure 4, vous obtiendrez du courant sensiblement redressé. Mais pour obtenir un débit de 15 à 20 ampères pendant trois à quatre heures, il faudra prévoir de grandes surfaces d'électrodes, et une grande capacité de bac pour éviter l'échauffement qui au bout de peu de temps devient très considérable.

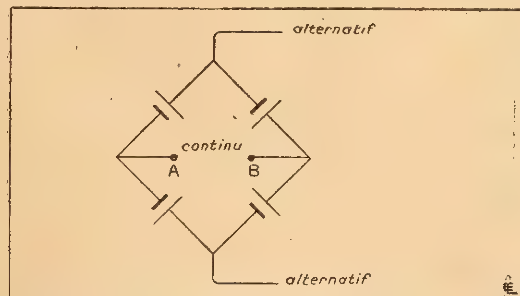


Fig. 4.

Employer un couple fer-aluminium ; avec solution saturée de bi-carbonate de soude et eau distillée, le vase, par exemple, contenant environ 5 litres de solution serait en tôle et formerait une électrode, l'autr serait formée par une lame d'aluminium pur de 25 × 25 cent. et plongeant dans le liquide de façon que la surface immergée soit environ de 50 cm², reconnaître les pôles en plongeant les 2 fils pris en A et en B dans de l'eau du négatif il se dégagera des bulles. — J. MOUFFLET.

N° 690 R. — 1° Il vous faut en principe : antenne, dispositif d'accord, système amplificateurs et si possible bobine de réaction.

Une étude paraîtra prochainement dans l'*Electricien*.

2° Nous ne vous recommandons pas du tout cette disposition. Elle nécessiterait des organes spéciaux et même avec ceux-ci, il est impossible de prévoir les résultats.

3° L'essai peut être fait, mais alors il ne faut pas utiliser le réseau comme antenne. La tension doit être réduite et constante (potentiomètre). P. M.

N° 696 R. — Voir les numéros de *l'Electricien* suivants : N° 1271 du 1/3/21 réponse n° 211. — N° 1273 du 1/4/21 réponse, n° 211. — N° 1293 du 1/2/22, réponse n° 457. R. Fl.

N° 000 R. (699, n° du 1er août 1922). — Je ne crois pas qu'il soit utile de remplacer les tôles avariées. Si le paquet de métal fondu formé par ces tôles se trouve dans une dent ou autre partie saturée, il est à craindre qu'il chauffe en marche ; on peut alors l'extraire à l'aide d'un burin ou d'une meule portative. La cavité ainsi faite pourra être remplie d'un mastic isolant quelconque et n'aura pas d'influence sérieuse sur le fonctionnement de l'alternateur.

Les causes possibles de désamorçage de l'excicatrice sont nombreuses ; dans le cas présent, il est peut-être dû à ce que le collecteur n'a pas été rainuré après le meulage et qu'ainsi le mica désaffleure légèrement. L. B.

N° 702 R. — Voyez Neveux *Stations Centrales.* Le tome II (Postes et lignes) paraît répondre à votre demande (prix 16 fr.)

N° 703 R. — A quelle distance vous trouvez-vous de Paris ? C'est le point essentiel. Pour de très petites distances le poste en question peut donner satisfaction.

Voyez le fascicule récent de l'Office National Météorologique (2 fr.)

L'Electricien a donné les heures d'émission de téléphonie sans fil et vous les trouverez dans certains journaux quotidiens.

La déclaration ne doit pas encore être faite je crois mais cela ne tardera pas. P. M.

N° 708 R. — Je ne connais pas de moyen mnémotechnique, mais le calcul est des plus simples. Soit dans le cas du triphasé P la puissance en chevaux, W la puissance correspondante en watts nous avons : W = 736 P.

Mais $$W = UI\sqrt{3}\cos\varphi$$
$$737\ H = UI\sqrt{3}\cos\varphi$$

d'où les volts ampères :

$$\sqrt{3}\,UI = \frac{736\ P}{\cos\varphi}$$

Soit en kilovolts ampères :

$$\frac{736\ P}{1.000\cos\varphi}$$

N° 712 R. — *Lignes en fil de fer.* — Rien ne s'oppose à l'emploi du fil de fer dans la construction d'une ligne à haute tension. Il est même souvent avantageux dans beaucoup de cas où le calcul électrique donne une section trop faible au point de vue mécanique. Cependant plusieurs précautions s'imposent :

1° La résistance des fils de fer du commerce est très variable (9 à 15 microhms cm), il est donc prudent de mesurer la résistance du fil avant l'emploi.

2° Le magnétisme du fer augmente la self de la ligne, cependant cette augmentation est négligeable quand la densité du courant ne dépasse pas 0,1 à 0,2 ampères-millimètres carrés.

3° Un point délicat est le raccordement avec les lignes en cuivre. Il doit se faire par soudure à l'étain et entre deux isolateurs juxtaposés sur le même poteau car le fer même galvanisé, s'oxyde rapidement au contact du cuivre (par électrolyse). Pour la même raison, les ligatures sur isolateurs doivent être faites en fil de fer galvanisé et recuit.

4° Les lignes en fil de fer durent peu dans les atmosphères chargées de fumée de houille (villes industrielles, gares, usines).

5° Les pièces métalliques qui doivent rester en contact avec le fil et à l'humidité doivent être en fer, fonte, aluminium ou zinc.

6° Les épissures rouillées peuvent acquérir une très grande résistance électrique, elles doivent être soudées à l'étain.

7° Si la ligne doit durer plus de quelques mois, employer le fer galvanisé.

Il n'y a pas intérêt actuellement, en France, à construire *entièrement* de grands réseaux en fil de fer. Les Allemands et les Autrichiens qui manquaient de cuivre pendant la dernière guerre ont construit beaucoup de lignes aériennes en fil et en câble de fer galvanisé. Vous trouveriez sans doute des renseignements sur ce sujet dans la littérature électrotechnique allemande de cette époque. L. B.

N° 714 R. — Il n'y a aucune difficulté à accoupler les 2 alternateurs en question, il n'est même pas nécessaire d'ajouter aucun appareil à ceux qui existent. Pour cela comme vous le proposez les barres côté alternatif seront connectées ensemble à l'arrêt, et une fois cette opération terminée, il suffira de mettre les 2 alternateurs à leur vitesse de régime et alors pour obtenir leur accrochement sans difficulté il n'y aura qu'à les exciter bien ensemble en agissant doucement et progressivement sur leur rhéostat d'excitation et après accrochage augmenter leur excitation pour obtenir le voltage et le débit dont on aura besoin.

B. Corcevay.

N° 715 R. — Pour changer la marche d'un moteur à courant continu et à pôles de commutation, il est préférable d'inverser le courant dans l'induit afin d'éviter l'étincelle de self induction qui se produirait si on le faisait sur les inducteurs au moment de la rupture à l'inversion, ce qui risquerait de détériorer au bout de peu de temps les inducteurs par suite de la surtension produite, tandis qu'en inversant le courant dans l'induit, en laissant les inducteurs excités, on évite ce grave inconvénient.

B. Corcevay.

N° 715. R. — Il est préférable de faire l'inversion sur l'induit, ce dernier présentant moins de self inductions que l'inducteur. R. Fl.

N° 715 R. — En général, on fait l'inversion sur l'induit et les pôles auxiliaires (qui doivent être reliés entre eux de façon invariable). Les inducteurs shunt ont, en effet, une très grande self, la rupture de leur circuit produit beaucoup d'étincelles et provoque une surtension dans les bobines qui peut en détruire l'isolement. Cependant, cette règle n'est pas absolue, on peut faire l'inversion sur l'inducteur à l'arrêt du moteur. L. B.

N° 725 R. — Voyez l'*Electricien*, nos 1268, 1282 et 1283.

N° 739 R. — Petits moteurs type « universels » pour machines à coudre, pose simple, pouvant se brancher sur 5 Hw :

R. Arthuis, 135, avenue de Neuilly, Neuilly (Seine).
Coqscard, 150, boulevard Montparnasse, Paris.
Champion, 54, rue Saint-Maur, Paris.
Michel et Cie, 51, rue Lhomond, Paris, etc.

Le Gérant : L. De Soye

PARIS. — L. DE SOYE, IMPRIMEUR, 18, RUE DES FOSSÉS-S.-JACQUES, Ve.
Téléph. 806-43

38e Année. — N° 1307 1er Septembre 1922

L'ÉLECTRICIEN

Rédacteur en chef : L.-D. FOURCAULT

DISTRIBUTIONS D'ÉNERGIE

Equipement des réseaux souterrains à haute tension dans l'industrie minière.

Au fur et à mesure de l'augmentation des besoins en énergie électrique, se sont développés parallèlement les moyens propres à distribuer cette énergie. Le but de la présente étude est précisément d'indiquer succinctement (sans entrer dans le détail des phases successives de transformation) les vues modernes concernant la technique à observer dans l'aménagement général des réseaux souterrains à haute tension de mine, et les particularités importantes que l'on y rencontre.

RÉSEAUX SOUTERRAINS ET RÉSEAUX AÉRIENS

On peut observer le plus souvent à l'heure actuelle dans nos mines, l'un et l'autre genre de distribution, et très rarement d'une façon absolue l'un ou l'autre.

En effet : dans tous les bassins miniers, les données originelles se sont modifiées, parallèlement au développement des exploitations. Partant de stations centrales souvent remaniées et augmentées, le réseau primaire des sociétés minières s'est lui-même modifié et augmenté au petit bonheur, sans règle précise ni larges vues d'avenir, et selon les besoins des diverses époques.

Il a été, par conséquent, toujours délicat, lorsque les grosses installations modernes d'extraction ou de compression ont nécessité le renforcement considérable ou même le remplacement de quelques feeders de réseaux, d'exécuter une distribution simple, souple, rationnelle, en un mot, permettant d'assurer une exploitation sûre quels que soient les cas.

On ne peut nier que beaucoup de réseaux de ce genre, présentaient et présentent encore une allure compliquée et touffue peu en rapport avec la sécurité du service et la facilité des manœuvres. Il faut voir là l'influence des développements successifs de l'exploitation sur l'augmentation de la capacité des feeders exécutée sans règles bien définies.

Nous remarquerons tout d'abord que la diversité des aménagements miniers, l'étendue plus ou moins grande des exploitations ainsi que leur situation géographique, ne saurait permettre de définir des règles uniformes pouvant s'appliquer à l'établissement des réseaux et en particulier, au choix du système à adopter. Mais nous pensons qu'il n'existe au contraire aucune objection sérieuse concernant l'établissement de la distribution primaire en courants triphasés à 50 périodes, sous des tensions variables suivant l'étendue des feeders ou leur nature (souterrains ou aériens); 3.000, 5.000 et 10.000 volts pouvant être les tensions les plus courantes.

Ceci posé, nous admettrons, dans notre étude, que

nous avons affaire à une exploitation minière complètement électrifiée. Ce n'est pas, nous semble-t-il, une hypothèse hardie, car c'est bien là ce qui est en train de se produire dans la majeure partie de nos charbonnages du Nord et du Pas-de-Calais, ce vers quoi tendent la plupart des houillères importantes de nos bassins secondaires français, parmi lesquelles une Compagnie de la région du Midi offre un exemple frappant. Nous remarquerons, en passant, que le problème des réseaux se pose d'une façon toute différente pour nos mines de fer de l'Est et en particulier pour les installations du bassin de Briey. Là il ne s'agit plus de réseaux de transport à proprement parler, les compagnies exploitantes ne possédant, d'une manière générale, qu'un seul siège d'extraction muni de sa Centrale propre. Et s'il est vrai que se solutionne à l'heure actuelle l'intercommunication de toutes les centrales de ce bassin, on a affaire à un réseau de caractère spécial dont l'étendue et l'importance diffèrent totalement des organismes que nous étudions ici, c'est-à-dire les réseaux « intérieurs » de mines.

Deux groupes de services dans une exploitation minière peuvent être envisagés séparément pour l'évaluation de leur ordre d'importance. En premier lieu :

L'extraction; *la ventilation*; *l'exhaure.*

Ces trois branches, intimement liées entre elles au point de vue de l'exploitation proprement dite, ne peuvent absolument pas souffrir d'arrêts, même peu fréquents et peu prolongés. L'exploitant doit pouvoir compter à tout instant sur la sécurité de marche de ces services.

En second lieu :

Les services généraux des usines (criblages, lavoirs, cokeries, fabriques d'agglomérés, mises en stock.)

Les services généraux d'entretien et de réparation (ateliers de toute nature).

Les services de traction et d'expéditions (transport de combustibles ou de minerais; quais d'embarquement, rivages).

L'éclairage.

En ce qui concerne le premier groupe, on peut d'une façon absolument générale énoncer la loi suivante :

« Les réseaux de mine devront être prévus pour assurer une double alimentation permanente des récepteurs, chaque alimentation simple étant suffisante pour assurer le service et pouvant permettre un accroissement de charge éventuel ». Ceci implique naturellement la prévision d'une troisième alimentation pour parer aux défaillances de l'une quelconque des deux premières ou à une indisponibilité nécessitée par raisons de service : visites, réparations, travaux divers, etc.

Cette manière de voir peut paraître exagérée. En réalité, l'exagération n'est qu'apparente. Malgré tous les soins que l'on puisse apporter dans l'installation d'artères aériennes ou souterraines, et des postes de sectionnement ou de distribution, l'expérience démontre qu'il n'existe pas d'artère qui ne soit soumise au cours d'une année, à deux, trois arrêts plus ou moins prolongés, quelquefois davantage, dus à de multiples causes : vents, orages, fortes pluies, bris d'isolateurs, etc..., s'il s'agit de lignes aériennes, défauts de boîtes de jonction, dérivation d'extrémité, ou de sectionnement, claquages dus à des surtensions d'origine interne, mouvements du sol, etc., s'il s'agit de lignes souterraines. De plus, il faut pouvoir en tout temps, mettre à l'arrêt une artère complète et parfois même un ensemble d'artères, pour procéder aux vérifications, mesures d'isolement, ou remises en état indispensables et même réglementaires.

Il ne s'agit pas, ainsi que la chose est pratiquée bien souvent, trop souvent à notre avis, de reporter l'exécution de travaux qui présentent la plupart du temps un caractère d'urgence, aux dimanches ou jours fériés. D'une façon très générale, les travaux que l'on exécute dans ces conditions sur les réseaux, sont toujours trop rapidement menés, parfois mal surveillés et mal exécutés, ne présentant, par conséquent, qu'un minimum de garanties de sécurité. Or, il est inadmissible que l'ingénieur chargé de la distribution d'énergie, ne soit pas certain de la sécurité de marche normale de son réseau. Nous nous sommes nous-mêmes, dans deux circonstances, et la même année, trouvés en présence d'un arrêt total de courant sur un des sièges complètement électrifié d'une grande houillère du Midi, malgré une double alimentation parfaitement réalisée; un accident étant survenu sur l'artère souterraine principale et la section correspondante aérienne de secours se trouvant en réparation.

Nous voyons donc là une raison majeure en faveur de l'adoption d'un nombre d'artères suffisant pour assurer la distribution quelles que soient les circonstances.

Dès lors, comment réaliser les meilleures combinaisons dans l'établissement de tels réseaux ?

Soit que chaque mine possède sa Centrale propre (cas très général), soit qu'elle reçoive son énergie d'un réseau étranger, il doit toujours exister un centre de distribution que nous devons considérer comme le cœur de l'organisme électrique à prévoir. De ce centre, dont l'emplacement pour beaucoup de raisons que nous n'approfondirons pas, n'est pas toujours judicieusement choisi, doivent s'irradier

les feeders d'alimentation qui pourront être soit souterrains, soit aériens, soit mixtes.

Ici, nous remarquerons que la tension de transport adoptée par les réseaux miniers pour le service direct des sièges et usines, ne dépasse que tout à fait exceptionnellement la tension de 10.000 volts. C'est dire qu'au point de vue isolement on peut estimer obtenir une sécurité absolue dans le cas d'emploi de lignes armées souterraines.

Nous n'hésiterons pas à déclarer que les lignes souterraines devraient avoir la préférence dans toute installation. Leur coût de premier établissement pour les tensions précitées est certainement, pour une même capacité de transport, plus élevé que celui des lignes aériennes. Mais que dire des frais d'entretien de celles-ci et de leur insécurité constante en matière de surtensions de toute nature et en particulier d'accidents d'origine atmosphérique, sans insister encore sur les chances d'actes de malveillance incomparablement plus importantes qu'avec les lignes souterraines, et la difficulté considérable de suppression de toutes perturbations sur les lignes téléphoniques ou de signaux équipées au voisinage de feeders aériens ?

Nous avons déjà dit que le principe absolu dont il ne faut jamais se départir en matière de construction de réseau minier est celui de la sûreté de fonctionnement. Persuadés que seul, le réseau souterrain bien établi répond à cette condition, nous allons mentionner, ci-après, les quelques remarques qu'une expérience de huit années dans l'exploitation d'un important réseau mixte de houillère, nous a suggérées.

QUELQUES OBSERVATIONS SUR L'AMÉNAGEMENT DE RÉSEAUX SOUTERRAINS A HAUTE TENSION

Nous ne dirons rien des câbles armés proprement dits. Il y aurait en la matière beaucoup de choses à exposer et telle n'est point notre intention dans cette courte étude. On sait les fabriquer d'une façon parfaite pour toutes tensions de transport jusqu'à 80.000 volts si nécessaire, et nous pouvons constater avec satisfaction que par quelques-uns de ses constructeurs, la France n'a rien à envier au produit similaire étranger.

Nous donnerons au contraire quelques détails, sur la façon rationnelle de concevoir un réseau souterrain minier.

DISTRIBUTION

L'importance des aménagements électriques des sociétés minières est fort variable. C'est ainsi que l'on rencontre en tous pays des installations qui se résument pour une Compagnie à un siège d'extraction et quelques établissements d'exploitation, alors que d'autres, parfois d'un ensemble grandiose, réunissent sous une administration unique un grand nombre de sièges et des organismes annexes considérables (Anzin : 21 sièges d'extraction ; Lens, 16 ; Béthune, Courrières, Aniche, 11).

Il va sans dire que le développement et la complexité de la distribution d'énergie électrique est fonction de l'ampleur des aménagements d'exploitation et du degré d'électrification de ces derniers. Suivant le nombre de postes à desservir, on peut prévoir l'une ou l'autre des deux solutions suivantes, basées toutes deux sur le principe de la double alimentation.

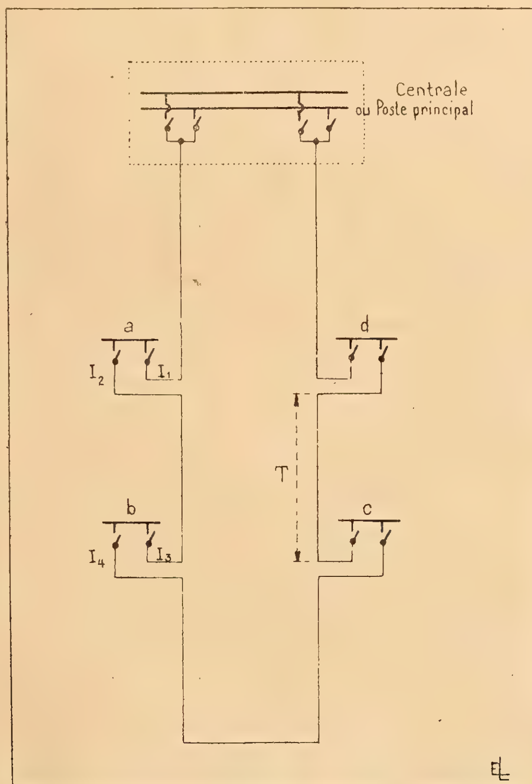


Fig. 1.

1° Disposer les postes tels que a, b, c, d, etc..., suivant le schéma de la figure 1 par exemple où l'on voit que ceux-ci sont raccordés sur un réseau « bouclé ». Un tronçon quelconque de câble : T par exemple, peut être isolé pour une raison quelconque sans que la fourniture de courant soit interrompue. Il est facile cependant de remarquer que cette disposition est franchement mauvaise. En effet : avec les postes « embrochés » les uns à la suite des autres sur le même câble, si on arrive bien à réaliser ainsi une double alimentation, les barres des postes doivent être prévues pour l'intensité totale suscep-

tible d'être absorbée par le réseau et les coupures telles que I_1, I_2, I_3, I_4, etc... doivent également être calibrées pour cette intensité. De plus, ces coupures ne sauraient être constituées que par de simples interrupteurs dans l'huile, des automatiques à relais ne pouvant par leur fonctionnement qu'apporter des perturbations sur tout l'ensemble de la distribution. En second lieu, un accident de barres ou de coupures principales intéressant simultanément par exemple deux postes quelconques, supprime toute alimentation pour tous les postes branchés entre ces derniers.

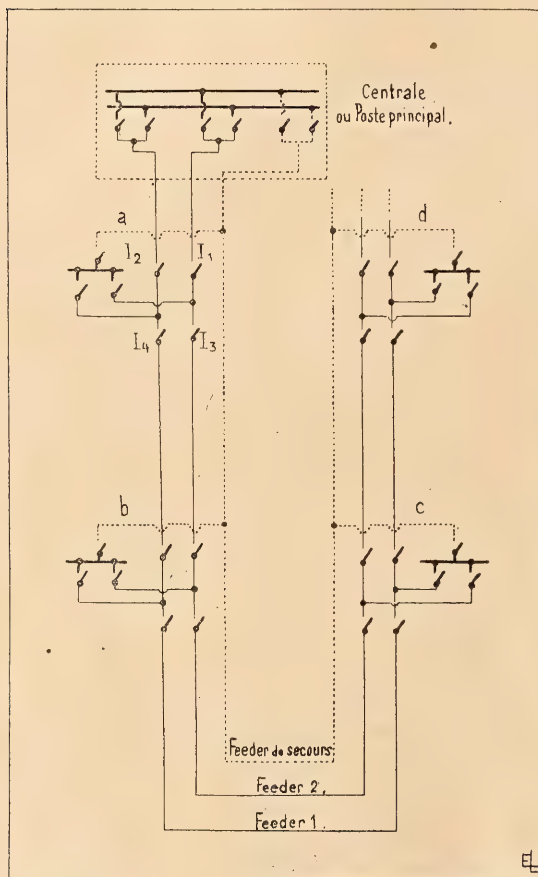


Fig. 2.

2° La disposition indiquée par la figure 2 est beaucoup plus rationnelle. Elle nécessite il est vrai, pour un même nombre de postes à desservir environ le double de câble armé que pour le premier cas. Mais la souplesse et la sécurité de fonctionnement d'un tel réseau sont absolus. Les coupures I_1, I_2, etc., peuvent être disposées soit dans les postes eux-mêmes si les feeders souterrains traversent ceux-ci, soit extérieurement suivant le tracé adopté et l'emplacement des postes. Dans ce cas, nous préconisons les coupures extérieures par interrupteur dans l'huile et sectionneurs, montés dans de petits postes de raccordements, aux lieu et place des boîtes de sectionnement souterraines à fusibles ou non, à proscrire de la façon la plus absolue à cause de leur fonctionnement incertain et des troubles qu'apportent toujours dans une distribution la fusion des coupe-circuits sous cartouches ou dans l'huile.

Enfin, une telle conception permet en toute facilité, et à n'importe quel moment l'aménagement d'une troisième artère dite « de secours » qui peut être prévue sans l'obligation d'entrer dans le jeu normal des combinaisons de sectionnement indispensables aux feeders d'exploitation courante.

La Société des Mines de Lens avait étudié avant 1914, pour son réseau souterrain, des cabines de branchement installées généralement hors du siège à desservir et sur le trajet d'un feeder principal.

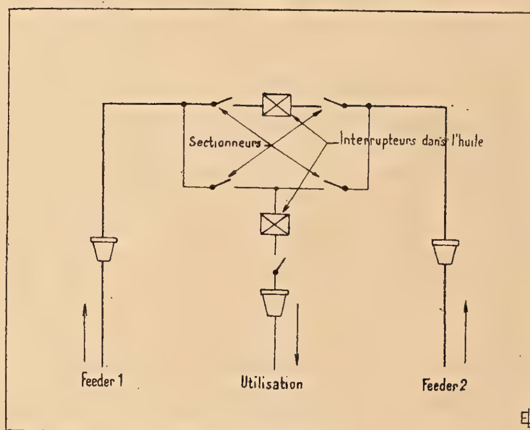


Fig. 3.

Ces cabines pouvant être alimentées par n'importe quel côté des feeders, permettaient soit l'isolement de la dérivation, soit le sectionnement du feeder principal et l'alimentation de la dérivation par l'un ou l'autre côté du feeder sectionné (fig. 3). Equipées au moyen d'interrupteurs à huile et de sectionneurs à couteaux, ces cabines présentaient conformément aux idées exposées précédemment, la meilleure sécurité désirable et la plus grande facilité de manœuvres (1).

INSTALLATION DES CABLES ARMÉS

La technique actuellement pratiquée pour la pose des feeders souterrains est générale et ne varie entre exploitations que suivant les trajets adoptés, la nature du sol et les dispositifs employés pour la protection mécanique des câbles, caniveaux maçon-

(1) P. Revel, *Bulletin de la Société de l'industrie minérale*, 5e série, t. II, 1912.

nés toujours très onéreux et seulement recommandables à certains endroits du parcours réputés dangereux pour la conservation de ces derniers, conduits en ciment en deux pièces assez pratiques, lits de sable et couverture du ou des câbles en treillis métallique ou tuiles à canal, dernier dispositif certainement le plus simple, le moins cher et le plus pratique. Le jalonnement des feeders par des moyens divers doit s'opérer immédiatement après la pose dans le but d'éviter tous ennuis de recherches ultérieures. Nous signalerons maintenant la tendance fâcheuse que manifestent certains ingénieurs dans le choix, pour la mise en place d'une ligne armée, de longueurs de câbles sur bobines, parfois notablement inférieures à celles que peuvent, par construction, fournir les constructeurs suivant les isolements, le nombre de conducteurs et leur section.

Cette idée ne répondant qu'au but de faciliter la manutention des tronçons de câbles est à notre avis fausse. Il semble en tous points préférable de profiter des éléments de longueur maximum que peuvent fournir les constructeurs, pour diminuer le nombre de points de jonction par boîtes. La difficulté supplémentaire dans les manœuvres de pose n'est jamais que momentanée ; une augmentation des points de jonction, par conséquent de points faibles du feeder est au contraire définitive.

Ce qui constitue, en effet, le côté faible de toute distribution souterraine en câble armé est l'ensemble : boîtes de toutes natures. Nous ne saurions trop insister sur ce point capital dans l'aménagement des réseaux armés car la plus grande partie des avaries constatées sur ces réseaux est le fait des organes de jonction, dérivation ou extrémité.

Tous les fabricants de câbles construisent les accessoires nécessaires à l'aménagement des artères souterraines. A quelques différences près dans le détail de l'exécution intérieure, l'encombrement, l'aspect extérieur, ainsi que dans la constitution de la matière isolante, toutes ces pièces sont identiques. Mais ce que l'on pourrait uniformément reprocher à la plupart des constructeurs, c'est l'exiguité de leurs boîtes de jonction, de dérivation et surtout d'extrémité (extérieur ou intérieur). Il semble que l'on craigne toujours de fabriquer trop grand.

Or, tous les entrepreneurs de réseaux, tous les ingénieurs qui s'occupent de lignes de transport savent combien il est parfois délicat d'aménager comme il se doit, même avec des ouvriers habiles et soigneux l'intérieur d'une boîte quelconque à cause de ce manque de place à peu près généralisé. Et puisque à notre époque il est beaucoup parlé d'uniformisation de nombreuses pièces ouvrées destinées à usage industriel, il nous paraît qu'il serait souhaitable qu'une « standardisation » judicieusement étudiée vienne améliorer la fabrication de tous organes destinés aux lignes armées souterraines.

La matière isolante est souvent la cause d'accidents graves, malgré toutes les précautions que l'on peut et doit prendre lorsqu'on opère la coulée. C'est ainsi qu'il est très difficile d'empêcher une boîte d'extrémité située à l'extérieur et même à l'intérieur de laisser petit à petit échapper sa matière.

Il y a évidemment une question de température et de fluidité mais il y a surtout défaut d'étanchéité des joints. Il sera toujours de bonne technique de vérifier le dressage des parois jointives sur toutes les boîtes et d'utiliser le plus possible les joints à l'amiante ou au chanvre. Pour les boîtes extérieures, nous préconisons l'emploi de mastic au minium à l'intérieur des cloches en porcelaine de sorties. C'est le moyen le plus simple et le plus sûr pour éviter les coulées de matière isolante.

L'armature métallique et la gaine de plomb de tout câble armé doivent être soigneusement mis à la terre en profitant des boîtes de raccordement ou d'extrémité dans lesquelles une liaison électrique de section suffisante doit être établie entre ces parties métalliques et les boîtes elles-mêmes. Celles-ci à leur tour seront raccordées à une prise de terre dont il sera toujours bon de vérifier périodiquement la résistance.

ESSAIS APRÈS POSE ET RECHERCHES DES DÉFAUTS

Toute artère nouvellement posée devrait, en dehors des vérifications classiques d'isolement, être soumise à des essais de mise sous tension puis de surtensions, conformément au Cahier des charges, relatif aux câbles sous plomb armé et à leurs accessoires destinés à supporter des tensions supérieures à 2.000 volts. (« Union des Syndicats de l'Electricité » 1910). Les constructeurs procèdent généralement eux-mêmes à ces essais à l'aide d'appareils dont la création est relativement récente. Nous signalerons pour mémoire un de ceux qui donne les meilleurs résultats : l'appareil « Geoffroy et Delore » très transportable qui produit de hautes tensions statiques en utilisant la bobine d'induction dans sa forme classique. Construit pour une tension variable de 4.000 à 100.000 volts, il peut s'appliquer à toute ligne de capacité et de longueur quelconque. On peut même utiliser cet appareil pour la localisation des défauts très résistants (1).

En ce qui concerne la recherche des défauts, cette opération a été pendant longtemps la grande préoccupation des ingénieurs chargés des distributions et la difficulté de ces recherches a constitué le principal grief que les exploitants ont formulé contre l'utilisation généralisée des lignes souterraines. Nous

(1) Voir *Revue électrique*, n° 46 du 20 mars 1914.

***

devons reconnaître que ces préoccupations étaient justifiées par le manque d'appareils suffisamment précis et les inconvénients de manutention d'un appareillage délicat à employer par tous temps et en tous lieux. A l'heure actuelle les constructeurs d'instruments de mesure ont mis sur le marché un certain nombre d'appareils robustes, transportables, et suffisamment précis pour que tout accident de réseau non décelable au premier abord soit facilement recherché avec succès.

Signalons toujours pour mémoire, le petit appareil construit par la « Compagnie pour la Fabrication des compteurs » dont le principe est basé sur la méthode de la boucle.

PROTECTION CONTRE LES SURTENSIONS D'ORIGINE INTERNE ET LES COURTS-CIRCUITS

La principale supériorité du réseau souterrain sur le réseau aérien réside, ainsi que nous l'avons déjà dit, du fait qu'au point de vue sécurité d'exploitation l'on n'a plus besoin de considérer les surtensions d'origine atmosphérique qui sont incontestablement la cause de la grande majorité des accidents.

Il reste cependant les phénomènes attribuables aux constantes mêmes des réseaux et ceux, les plus importants, causés par les mises à la terre ou claquages d'isolants. Pour ces derniers, la meilleure protection consiste, suivant les termes même de G. Capart, qui fut le grand spécialiste des questions de protection de réseaux, en l'adoption de matériel présentant des coefficients de sécurité très élevés (1).

Les barres générales d'une centrale ou d'un poste étant protégées par des limiteurs à eau, le réseau de câble greffé sur ces barres se trouvera lui-même indirectement protégé par ces résistances hydrauliques. De plus, comme les points les plus dangereux de la distribution sont toujours les entrées ou sorties de postes aux raccordements, les liaisons aux transformateurs ou aux machines, le meilleur procédé sera toujours celui qui permettra le branchement des appareils de protection, appareils à jets d'eau, limiteurs à rouleaux, condensateurs combinés à une self-induction, etc... aux bornes mêmes de ces machines ou transformateurs. Les mises à la terre et les courts-circuits entre phases d'un même câble entraînent évidemment, en dehors des perturbations internes, l'arrêt de service d'une section plus ou moins longue. Le dispositif Merz employé sur presque toute l'étendue du réseau souterrain des mines de la Sarre, permet de réduire au minimum les inconvénients résultant de la mise hors service d'une section de câble en évitant l'emploi de disjoncteurs à maxima qui mettraient hors circuit une proportion beaucoup plus étendue du réseau. Le schéma de la figure 4 indique le principe de fonctionnement de ce système : à chaque extrémité de la section à protéger (entre deux postes par exemple) les transformateurs d'intensité T_1, T_2, T_3 ; T'_1, T'_2, T'_3, sont placés en opposition au moyen d'un câble auxiliaire. En marche normale l'intensité du courant est la même d'un bout à l'autre de la ligne et les transformateurs s'équilibrent. Cet équilibre est au contraire rompu s'il se déclare un court-circuit ou une terre à un endroit quelconque de la section considérée, soit en D par exemple ; un relai différentiel, raccordé suivant le schéma provoque le déclenchement des disjoncteurs et isole cette section du réseau.

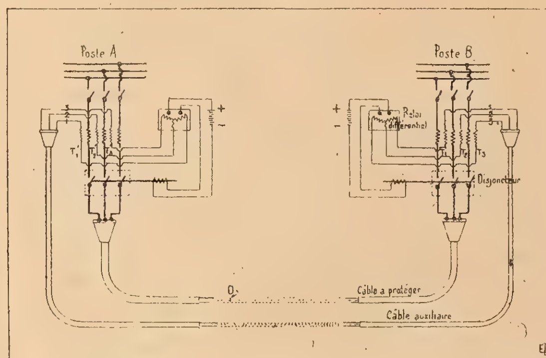


Fig. 4

Tout dernièrement un nouveau procédé : le système « Whitaker » vient d'être proposé pour la protection des circuits électriques en cas de surintensités. Ce système est basé sur le fonctionnement de relais connectés de façon telle que les éléments d'un circuit à protéger étant entourés d'une gaine métallique isolée de la terre et du circuit, celui-ci soit isolé de la distribution lorsque l'isolement de la gaine par rapport à la terre présente un défaut (1). Nous ne saurions insister sur l'intérêt d'un tel procédé étant donné sa création toute récente et le signalons simplement à titre documentaire.

Les accidents électriques qui se produisent enfin sur des sections verticales de câbles armés fixés contre les parois des puits, sont généralement dus à un défaut constructif se manifestant parfois à la longue dans la constitution des armatures en fils d'acier qui servent de support à l'ensemble : gaine de plomb, — conducteurs isolés proprement dits. Souvent aussi, ces accidents sont la conséquence

(1) G. Capart, *Protection des réseaux contre les surtensions*, Dunod et Pinat, éditeurs.

(1) V. P. Scoumane. *R. G. E.*, t. X, n° 9, 3 septembre 1921 et *l'Electricien*, 15 septembre 1921.

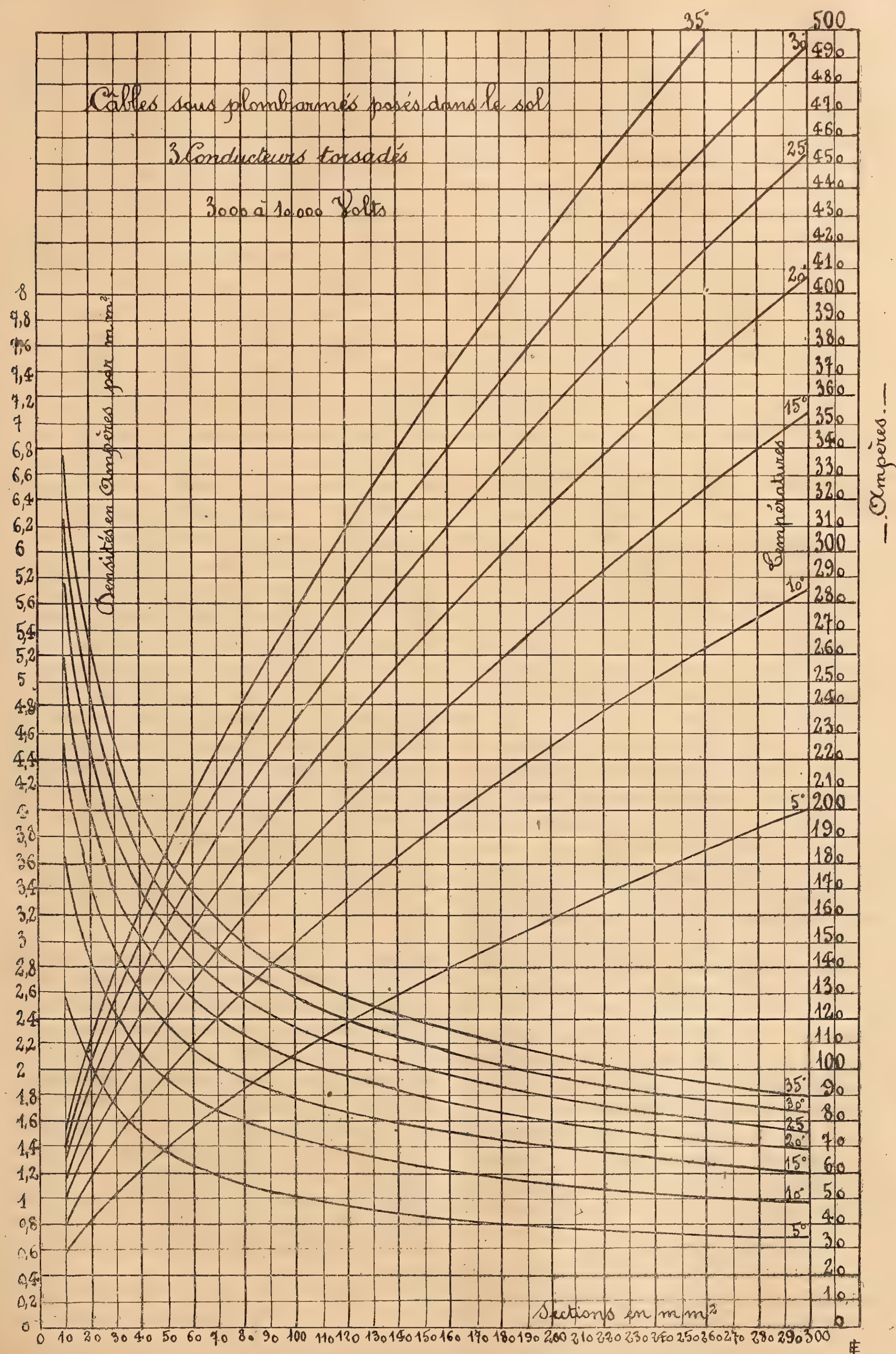


Fig. 5. — Diagramme des échauffements des câbles armés souterrains.

d'une manutention négligée au moment de la descente des câbles dans les puits. Il y aurait fort à dire au sujet de ces manœuvres de descente. Bornons-nous simplement à indiquer qu'on ne saurait jamais prendre assez de précautions dans l'exécution de tels travaux et que tout dispositif de protection mécanique des câbles dans les puits : gaines en bois ou métalliques par exemple, ne sera jamais superflu. La réparation des accidents de ce genre est toujours délicate car on se trouve contraint de couper le câble à l'endroit du défaut (ce qui implique la nécessité de prévoir à la pose une certaine longueur de câble à l'orifice des puits pour pouvoir opérer plusieurs allongements si nécessaire), et d'y adapter une boîte de raccordement, qu'il faut remplir de matière isolante, en position verticale. Néanmoins on réussit presque toujours avec un personnel consciencieux.

EXPLOITATION D'UN RÉSEAU SOUTERRAIN

Lorsqu'un réseau bien établi sera livré à l'exploitation, il y aura, en somme, bien peu de règles à observer, pour obtenir une longue marche rationnelle, et c'est bien là que se manifeste le grand avantage de l'installation souterraine sur l'aménagement aérien.

Les principales observations qu'il convient de formuler sont les suivantes :

En premier lieu : tout câble non en service et formant artère de secours, devra toujours être sous tension. Les raisons d'un tel état de choses valables pour tous réseaux, souterrains ou aériens, sont élémentaires et tombent sous le sens.

En second lieu : on devra s'astreindre à ne modifier ou déplacer les artères principales que dans le cas de nécessité absolue. Il y a là évidemment une raison de sécurité. Du reste, l'observation stricte de cette règle est fonction de la façon dont les aménagements de réseaux auront été conçus puis exécutés.

En troisième lieu enfin : il ne faudra admettre normalement dans les câbles que des densités de courant parfaitement en rapport avec les sections des conducteurs et les tensions de service.

L' « Union des Syndicats de l'Electricité » a spécifié dans son cahier des charges-type, de 1910, les densités admissibles pouvant être supportées par les câbles armés pendant un temps indéfini.

(Voir le tableau col. 2)

Il est bien évident que sans toutefois présenter des capacités de surcharges analogues à celles des artères aériennes, un réseau de câble peut se prêter momentanément à des débits parfois très supérieurs aux débits normaux, et cela avec plus de souplesse qu'on ne saurait généralement penser. Les diagrammes de la figure 5 indiquent pour différentes densités de courant, les échauffements que prennent les câbles armés à trois conducteurs de construction courante posés dans le sol jusqu'aux sections de 300 millimètres carrés.

Section de chaque conducteur en millim. carrés.	Jusqu'à 3.000 volts.	De 3.000 à à 10.000 volts.	Au-dessus de 10.000 volts.
5 à 20	2,5	3	2,5
20 à 5	2,5	2,5	2,5
50 à 100	2,0	2,0	2,0
100 à 200	1,5	1,4	1,4

Au-dessus de 200 *millimètres carrés les densités de courant feront l'objet de conventions spéciales.*

Les densités de courant ci-dessus s'appliquent aux câbles torsadés et ne peuvent être adoptés pour les câbles concentriques.

CONCLUSION

Nous pensons avoir mis suffisamment en lumière dans cette succincte étude, les particularités que l'on rencontre dans l'établissement et l'exploitation de réseaux de mine souterrains. Le lecteur a pu se rendre compte de tout l'intérêt technique que présentent de tels équipements. C'est la raison pour laquelle ce système de distribution, déjà très en faveur depuis quelques temps, auprès des compagnies minières sera de plus en plus employé.

Le grand réseau souterrain qui dessert les mines de la Sarre, réseau installé avant 1914 et fort étendu depuis cette époque, présente à ce point de vue un exemple frappant. Les 110 kilomètres de câbles armés formant le réseau primaire des mines de Lens donnaient immédiatement avant la guerre une idée de l'importance considérable d'une distribution souterraine pour une seule compagnie minière.

Il y a tout lieu de croire que l'utilisation du câble armé va poursuivre son mouvement ascendant dans nos mines, car, non seulement elle a augmenté et de beaucoup le coefficient « sécurité », qualité primordiale recherchée par les exploitants qui généralisent les installations d'extraction électrique mais aussi parce que cette utilisation a solutionné de la meilleure façon le problème du transport de l'énergie électrique pour les travaux du fond où l'on cherche à appliquer les méthodes à grands rendements, d'abatage et de manutention mécanique, questions du plus haut intérêt pour notre industrie minière.

A. Barjou,

Ingénieur des mines de Joudreville.

PRODUCTION D'ÉNERGIE

Station hydro-électrique du Sill (Tyrol).

L'aménagement hydro-électrique de la province du Tyrol, comprenant déjà les centrales de :

L'Agige (Etsch), de 6.000 chevaux alimentant les villes maintenant italiennes, de Bozen et Méran ; du Bremer, à Deutsch-Matrei, également de 6.000 chevaux ; du Rienz, fournissant 3.000 chevaux à Brixen, s'est depuis peu accru de la nouvelle usine du Sill, d'une puissance de 12.500 chevaux, dont la production en énergie électrique est en majeure partie absorbée par la ville d'Innsbruck, distante d'environ 8 kilomètres. Ces installations, que nous nous proposons de décrire, sont les plus importantes du genre, non seulement du Tyrol, mais encore de l'Autriche elle-même.

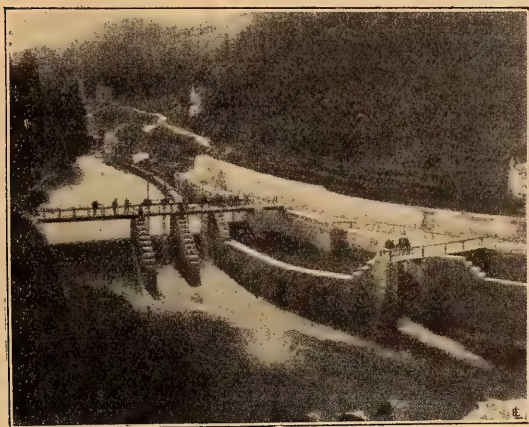


Fig. 1

Le Sill prend source dans le lac du Brenner et traverse ensuite une succession d'autres lacs qui font office de bassin de décantation en retenant les galets qu'il charrie en assez grande quantité dans son cours supérieur. Sur son parcours, long de 39 km., 5, il reçoit, par déversion naturelle, l'apport des eaux de pluie et de neige d'environ 855 kilomètres carrés de terrains riverains avant de se jeter dans l'Inn, près d'Innsbruck.

De la source à l'embouchure, la dénivellation totale est de 733 mètres, ce qui correspond à une chute moyenne théorique de 19,6 %, utilisable seulement en aval de Matrei car la partie située en amont de ce point, comprenant le cours supérieur et un parcours en palier, est impropre à toute utilisation par suite d'insuffisance de débit ou de déclivité.

Les installations hydrauliques de quelque importance ne peuvent trouver place que sur les trois paliers successifs que présente le cours de la rivière en aval de Matrei jusqu'à l'embouchure.

Le premier de ces paliers, long de 1 kilomètre, avec chute utile de 84 mètres, fournit aux turbines de l'usine du Brenner, de 3.000 à 6.000 chevaux avec un débit variant entre 3,55 et 7 à 8 mètres cubes d'eau. La nouvelle station du Sill, qui occupe

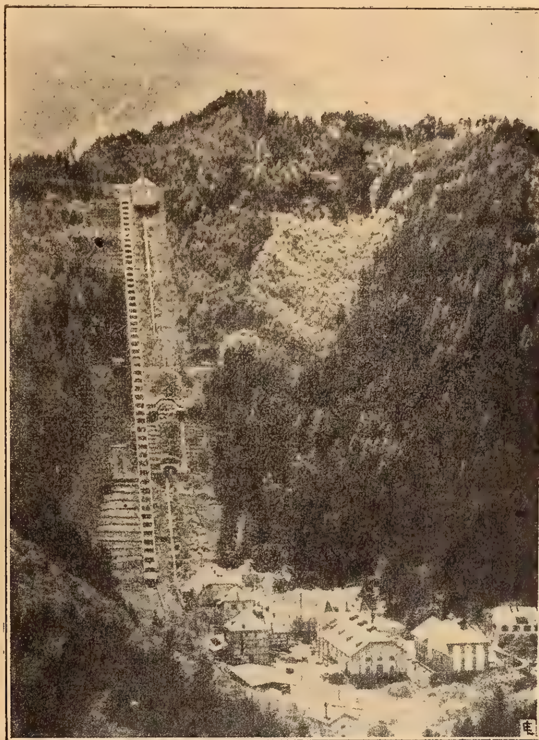


Fig. 2.

le second, recueille de 7.500 à 13.000 chevaux, puissance correspondant à un débit minimum de 4 mètres cubes et maximum de 7,5 mètres cubes. Enfin le trosième et dernier palier situé en aval de l'usine du Sill jusqu'à l'embouchure, est encore sans affectation, mais la municipalité d'Innsbruck s'en est déjà assuré la concession en vue d'une installation future pour l'utilisation des 3.600 chevaux que sa chute de 60 mètres sur un parcours de 5 km., 6 et un débit de 6 mètres cubes permettront de capter.

L'aménagement hydraulique du Sill comporte un canal de prise d'eau en rivière débouchant dans le

canal de fuite de la station du Brenner, un barrage avec vannes et écluse, une galerie d'amenée à un bassin de charge, et enfin une conduite forcée accédant aux turbines de la station. Les bâtiments de cette dernière occupent, à 2 kilomètres du pont de Saint-Stephan, un emplacement réunissant le maximum des conditions requises pour la sécurité et le bon rendement d'une installation de ce genre.

La galerie d'amenée est amorcée à la décharge de la station du Brenner par l'intermédiaire d'un canal

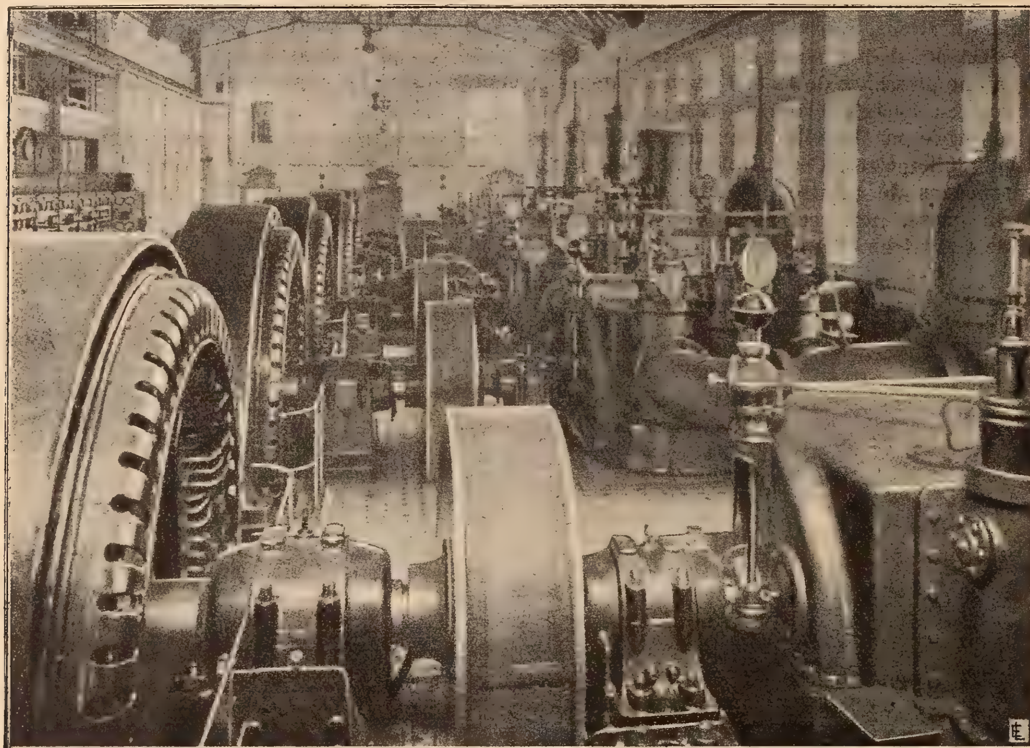


Fig. 3.

accolé au précédent (fig. 1) avec jeux de vannes et une écluse dite de grande crue.

Un peu en amont du barrage, un déversoir s'ouvrant sur la rivière même vient compléter le débit de la décharge, que le jeu de vannes régularise ensuite en vue d'une nouvelle utilisation par l'usine du Sill.

L'écluse de grande crue, d'une construction particulièrement étudiée en vue de résister aux pressions et efforts qu'elle supporte à certains moments, est munie d'un jeu double de portes qu'un mécanisme permet de faire fonctionner alternativement pour l'éclusage des glaçons pendant la saison hivernale. Il arrive souvent que les commandes sont elles-mêmes bloquées par les glaces, mais on les en libère aisément à l'aide de jets d'eau surchauffée provenant d'un bouilleur installé à cet effet dans un poste voisin et muni d'un tuyautage aboutissant près des organes de manœuvre des portes-écluses.

La galerie d'amenée, en maçonnerie, serpente souterrainement le long de la vallée sur une longueur de 7 km., 5 avec pente de 0,1% et alimente, avec un débit de 7,9 mètres cubes à la seconde, un bassin de charge, creusé et aménagé dans le flanc même de la montagne. Le déversoir dont ce dernier est muni pare aux surpressions éventuelles dont les effets pourraient compromettre la solidité de la galerie, en écoulant le trop plein de l'eau dans une canalisation ouverte par où celle-ci s'échappe et retombe en cascades dans la rivière au fond de la vallée.

La conduite forcée, prenant aspiration dans le bassin de charge, est formée de deux tuyaux en acier, munis de vannes de réglage, solidement ancrés, sur des supports en maçonnerie (fig. 2) logés en tranchée ouverte pour préserver la conduite du gel.

A leur entrée dans l'usine, les tuyaux débouchent

chacun dans un raccord à trois directions, avec vannes de réglage automatique, alimentant un nombre égal de turbines.

Du niveau d'amont à celui de la fosse de décharge, la différence est de 194 m., 6, ce qui procure une chute utile à l'axe de 187 mètres.

L'appareillage générateur de force hydraulique est constitué par six groupes de turbines composé chacun de deux roues Pelton calées sur un même arbre, avec leur mécanisme d'auto-régulation et pompes de circulation d'huile. Les roues sont du type à vingt-quatre aubes de chacune trois augets venus de fonte d'un alliage au bronze pour en augmenter la dureté et réduire ainsi au minimum l'usure due à l'action des sables en suspension.

Les turbines ainsi constituées ont un rendement de 80 %. Chacune d'elles est accouplée directement à un alternateur de 2.500 ou 3.300 kilowatts, soit au total six générateurs biphasés à 11.000 volts, 42 périodes (fig. 3). Le courant produit est recueilli par deux séries de barres omnibus pouvant être reliées indistinctement à n'importe quel générateur ou groupe de générateurs, suivant les besoins plus ou moins grands des réseaux qu'elles alimentent individuellement.

Le choix de ce type de courant résulte d'une nécessité d'adaptation au réseau, déjà existant à Innsbruck, de distribution d'énergie pour l'éclairage et la force motrice, lesquels absorbent la majeure partie de la production de la centrale du Sill. Le courant est amené en cette ville par une ligne aérienne à haute tension supportée par des mâts en bois.

Le reste de la production est utilisé partie par le chemin de fer électrique de la vallée de la Stubai, et partie dans une usine d'électro-chimie située à proximité de la centrale où, après transformation en monophasé à 5.500 volts, le courant alimente une batterie de fours électriques pour la fabrication de l'acide nitrique par extraction de l'azote de l'air. L'installation de cette usine comporte huit fours à arc fonctionnant sous des charges variant entre 300 et 1.200 kilowatts réglées par bobines de réactance.

Un appareillage spécial de commutation permet de mettre en service un nombre plus ou moins grande de fours électriques suivant l'importance de la marge d'utilisation laissée par la courbe de charge de la centrale, de sorte que la totalité du courant engendré dans cette dernière trouve une utilisation aussi complète que rationnelle.

B. SCHAPIRA.

ÉLECTROCHIMIE

Les fabrications électrolytiques et l'utilisation de l'énergie électrique disponible.

(*suite*[1])

C'est dans ce groupe que l'on peut trouver le plus grand nombre de fabrications de toute importance susceptibles de permettre l'utilisation des excédents d'énergie. Toutes ne se prêtent pas également à cette application. Certaines ne peuvent pas être interrompues, mais il est le plus souvent possible d'éviter une interruption complète et de se borner à réduire dans des proportions plus ou moins considérables la densité du courant utilisé, c'est-à-dire l'ampérage admis dans chaque électrolyseur. Evidemment, il y a pour chaque opération électrolytique une densité de courant optimum, pour laquelle le rendement de courant est maximum, — mais cette réduction du rendement électrique est dans ce cas une considération secondaire. L'important est qu'elle ne s'accompagne pas d'une réduction correspondante du rendement matière, ce qui arrive quelquefois. La difficulté est de faire un choix entre toutes les fabrications qui se présentent. Ce choix dépend évidemment des conditions où l'industriel se trouve placé, de ses préférences, de sa documentation.

Nous ne nous arrêterons pas à la plus connue des opérations électrolytiques : à la galvanoplastie, — non pas certes qu'elle ne soit intéressante, que le cuivrage, le zingage, le nickelage ou même le plombage ne soient des industries susceptibles d'un bon rapport dans certaines localités industrielles par exemple ; mais ce sont de petites consommatrices de courant, dans lesquelles en revanche une main-d'œuvre assez considérable intervient lors du travail préparatoire des pièces. En fait, une industrie de galvanoplastie est tout d'abord une industrie de décapage et de polissage, car de la perfection de ce premier travail dépend au moins autant que du travail électrolytique la réussite de l'opération.

Une industrie susceptible d'intéresser l'industriel proche voisin d'une exploitation minière consisterait dans l'extraction électrolytique des

(1) Voir *l'Électricien*, 1er juillet et 15 août 1922.

métaux usuels. Elle a fait l'objet de travaux considérables. Bien entendu certains procédés sont tenus plus ou moins secrets, mais les conditions générales d'opération sont connues. Chaque sorte de minerai nécessite il est vrai une étude préalable. Mais il est certain qu'en beaucoup de cas le traitement électrolytique des minerais peut fournir, si le courant est à bas prix, un procédé économique de préparation des métaux usuels et même de certains métaux rares.

On a ainsi réalisé le traitement électrolytique des minerais de zinc, de plomb, d'antimoine, de cuivre, la récupération de l'étain des déchets de fer blanc, l'affinage de l'argent, de l'or, du plomb, de l'étain, du cuivre, du nickel, du bismuth.

Nous indiquerons encore la préparation de fer électrolytique. Nous avons nous-même obtenu ainsi des plaques de toute épaisseur en fer pur, presque chimiquement pur (plus de 99,5% de pureté) à partir de ferraille sans valeur. On sait que le fer électrolytique jouit de propriétés magnétiques remarquables, qui le feraient employer davantage par les constructeurs de dynamos et de magnétos, s'il était plus répandu. Il remplace avantageusement, vu son bas prix de revient, les fers purs de Suède employés en métallurgie et améliore considérablement les aciers dits à coupe rapide. Il donne en outre certains alliages inoxydables, presque identiques au nickel et infiniment moins coûteux.

Par électrolyse également, on peut préparer à l'état de pureté absolue des métaux relativement rares et obtenir ainsi dans la fabrication des fils pour résistances électriques ferro-nickel, nickel-chrome, etc., des produits bien supérieurs à moindre prix. Cet emploi des métaux purs dans ces diverses applications de la métallurgie n'a été limité que par leur coût, assez élevé, lorsqu'ils sont obtenus par aluminothermie. Par électrolyse le prix de revient diminue sensiblement. Or ces métaux purs jouissent de propriétés remarquables, qu'ils communiquent à leurs alliages. Nous avons cité, parce que connues, leurs applications à la fabrication des aciers à coupe rapide, des fils de résistance électrique, du fer pur pour moteurs et générateurs de courant, etc. Il en est bien d'autres, qu'on connaît plus ou moins. Par exemple il n'est guère de chimiste qui n'ait reproché aux capsules et creusets de nickel leur trop rapide destruction : cela tient seulement à l'insuffisante pureté du métal. Celui qui les fabrique, et il en est, avec du nickel chimiquement pur, obtient des récipients beaucoup plus résistants, plus coûteux aussi il est vrai, mais il est des cas où le prix est d'une importance secondaire. Nous pourrions citer d'autres exemples.

L'électrolyse permet en outre l'obtention de produits chimiques à des conditions très supérieures à celles du procédé purement chimique. Citons les permanganates, les chromates et bichromates à partir du ferrochrome ou du ferromanganèse, les ferricyanures à partir des ferros. Alors que le ferro vaut 6 francs le kilogramme, le ferri en vaut près de 14 et il suffit du courant pour amener cette transformation avec un rendement intéressant. Les persulfates de plus en plus employés ne sont produits que par électrolyse et seulement en Suisse. Ils se vendent d'ailleurs fort cher, bien que formés à partir de produits peu coûteux : le bisulfate de soude par exemple ou le sulfate d'ammoniaque ou de potasse. De même pour les perborates. On sait que les persulfates servent de point de départ à la fabrication la plus économique qui soit de l'eau oxygénée pure de toute concentration. C'est là un produit dont le prix de revient par voie chimique est toujours trop élevé, sans quoi il trouverait des débouchés illimités dans l'industrie du blanchiment par exemple.

Nous mentionnerons encore la fabrication des hypochlorites, des solutions d'hydrosulfites, produits dont on connaît l'emploi comme décolorants. Fabriquer des eaux de javel à bas prix peut être intéressant dans certaines régions mal desservies.

Enfin pour quelqu'un placé au voisinage d'une mine de phosphate de chaux, il y aurait à envisager la fabrication du phosphate bicalcique soluble, dont on connaît la valeur comme engrais, alors que celle du phosphate brut est infime, vu la lenteur de son utilisation par la plante.

On connaît l'emploi en culture pour la protection de la vigne, de la pomme de terre contre les divers peronospora qui les dévastent, des sels cupriques : sulfate, acétate et nitrate, ce dernier employé surtout pour la destruction de ces plantes à fleurs jaunes qui contaminent les champs de céréales.

Or il est possible, à partir de déchets de cuivre d'obtenir par électrolyse, sous forme d'une poudre verte, d'un transport peu onéreux, de l'hydroxyde de cuivre, que sur place on peut dissoudre dans les acides sulfurique, nitrique, acétique et préparer ainsi les sels correspondants à bien meilleur prix.

On peut également obtenir directement du sulfate de cuivre à partir de ces mêmes déchets de cuivre.

Nous devons aussi signaler la possibilité de fabriquer par électrolyse certaines couleurs minérales, dont une, la céruse, peut ainsi être obtenue sans danger à bien moindre prix que par l'ancien procédé Thénard.

On a proposé et réalisé aussi la fabrication électrolytique du vermillon, du vert de Scheele et du peroxyde de plomb, du sesquioxyde de chrome, etc...

Les applications industrielles de l'électrolyse sont

donc multiples. La difficulté est de chosir celle qui, selon les conditions de lieu, apparaissent les plus intéressantes au point de vue obtention de la matière première et débouchés du produit fabriqué. L'autre difficulté est d'assurer la mise au point de chacune de ces fabrications. Ceux qui les connaissent bien entendu ne les décrivent pas. Fort heureusement, pour qui dispose de courant, le matériel de recherche est bien peu onéreux et si l'étude de chaque procédé demande quelque travail et certaines connaissances, cela n'entraîne pas de grandes dépenses et permet d'envisager des résultats rémunérateurs comme récompense de ces essais.

Nous terminerons cette énumération déjà longue en rappelant les applications de l'électrolyse aux fabrications organiques. On utilise assez fréquemment, en Allemagne surtout, l'action réductrice de la cathode, celle oxydante de l'anode pour fabriquer économiquement certains composés organiques qu'on n'obtient qu'à grands frais par voie purement chimique.

Citons par exemple la réduction des dérivés nitrés du phénol : nitro et dinitrophénol pour fournir les produits réducteurs usités en photographie sous le nom de paraminophénol et diaminophénol. Nous avons pu de même obtenir directement par électrolyse l'hydroquinone. Citons encore la préparation de produits de première importance dans la chimie des colorants tels que la benzidine ; de produits pharmaceutiques comme iodoforme, bromoforme, chloroforme et chloral, de substances qui comme la pipéridine entrent dans la fabrication d'un des meilleurs accélérateurs de la vulcanisation. Citons l'oxydation de l'alcool en acide acétique, du toluène en aldéhyde benzoïque, la transformation de l'acétylène en aldhéhyde acétique et réduction de l'acide en alcool. On voit que la liste, incomplète d'ailleurs, de produits susceptibles d'être réalisés par électrolyse, plus économiquement que par les procédés purement chimiques est déjà longue et qu'il y a là une voie nouvelle où le producteur d'énergie électrique pourrait trouver une utilisation rémunératrice d'une partie de la force dont il dispose. Certains des produits signalés se vendent à des prix fort rémunérateurs quand on les obtient par voie électrolytique, alors qu'obtenus chimiquement, beaucoup perdent à peu près tout leur intérêt.

Evidemment toutes les fabrications indiquées ne sont pas d'une égale facilité de réalisation. Certaines n'exigent qu'un matériel rudimentaire, d'autres supposent la création d'un appareillage plus onéreux. Certaines sont bien connues, certaines sont encore à l'étude, d'autres supposent quelques essais, une mise au point plus ou moins longue. Mais le résultat vaut bien cette peine.

En fait, on s'explique mal comment en France, où les forces hydrauliques ne manquent pas, l'électrochimie n'ait pas reçu toutes les applications industrielles qu'elle comporte et qu'ailleurs, en Allemagne, par exemple, on s'efforce de lui donner. Est-ce parce que le chimiste est trop peu électricien ou réciproquement ? En tout cas, après une assez longue étude de la matière, faite à peu près seul, car la documentation précise manque dès qu'on s'écarte des huit ou dix fabrications courantes, nous croyons pouvoir affirmer qu'il y a là un moyen économique de réaliser nombre de fabrications chimiques, onéreuses par toute autre voie.

Il ne faut pas oublier en effet que l'électrochimie, en substituant l'énergie électrique au réactif chimique, en réduisant la main-d'œuvre dans des proportions considérables est le procédé économique par excellence, pourvu du moins que l'appareillage adopté soit simple et bien conçu.

CURTEL-HULIN,
Docteur ès-sciences, chimiste-expert, conseil.

MACHINES GÉNÉRATRICES

Note sur les génératrices à courant continu à trois balais pour les distributions à trois fils.

Il est possible d'alimenter une distribution à trois fils en courant continu avec une seule génératrice, sans autre dispositif destiné à équilibrer la charge sur les deux ponts, tel qu'un groupe égalisateur de puissance ou une batterie d'accumulateurs. Mais il faut que la génératrice soit prévue avec trois lignes de balais, la troisième ligne étant reliée au fil neutre de la distribution.

La disposition spéciale adoptée pour ces machines n'étant que rarement développée dans les cours d'électrotechnique, nous croyons utile d'en donner le principe ici, pour répondre en même temps à une question posée par un lecteur de cette revue.

Considérons d'abord, pour simplifier la démonstration, l'induit d'une machine bipolaire, à enroulement en anneau. Les deux fils extrêmes de la

distribution aboutissent respectivement aux deux balais positif et négatif, A et B (fig. 1) de la machine, tandis que le fil neutre doit aboutir au point milieu d'une des voies de l'enroulement, ce point milieu étant représenté par le troisième balai. Mais il importe que la force électromotrice induite dans la spire à l'instant où elle passe sous ce troisième balai s'annule, et ceci sans changer de sens. La solution permettant de réaliser cette condition a été proposée par von Kingdon pour les induits à enroulement en anneau et en même temps par Dettmar, pour les induits à enroulement en tambour. Elle consiste à adopter une machine à quatre pôles dans laquelle, contrairement à ce qui existe dans une machine tétrapolaire normale, les deux pôles de même nom sont voisins l'un de l'autre (fig. 2). Les circuits magnétiques inducteurs sont alors au nombre de deux; ils sont représentés en traits forts, pointillés sur la figure 2.

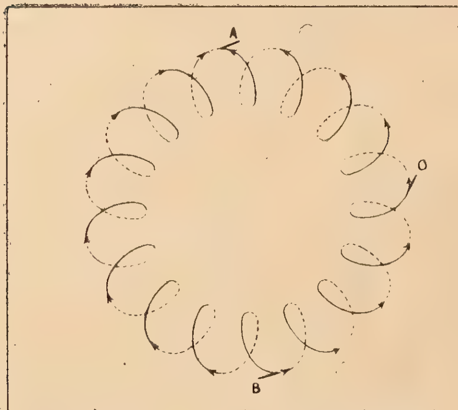


Fig. 1.

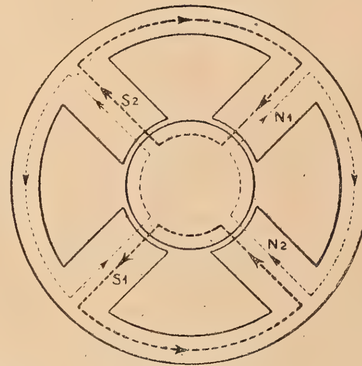


Fig. 2.

L'examen de cette figure permet de se rendre compte de la position de la ligne neutre qui est la même que celle qu'elle occuperait si la machine était bipolaire, les deux pôles de même nom correspondant à un seul pôle, du même nom, de la machine bipolaire.

Ainsi donc la force électromotrice induite dans chaque spire présente deux fois un maximum de même sens, lorsque la spire passe d'un point de la ligne neutre au point diamétralement opposé, et cette force électromotrice est bien nulle entre ces deux maxima sous le troisième balai.

Il faut de plus tenir compte de la réaction d'induit qui a pour effet, d'une part, d'augmenter le flux sous un des pôles nord et sous le pôle sud diamétralement opposé et, d'autre part, de diminuer ce flux sous les deux autres pôles. Le circuit magnétique de la réaction d'induit est représenté par les traits faibles pointillés de la figure 2.

Il en résulte une dissymétrie dans la répartition des flux, nuisible au bon fonctionnement de la machine. On y remédie en prévoyant pour chaque paire de pôles opposés un circuit inducteur, les deux circuits ainsi constitués étant indépendants l'un de l'autre et montés chacun sur un pont de la distribution.

Mais il faut remarquer ici que l'enroulement de l'induit doit être en tambour pour que le mode de groupement des bobines inductrices tel qu'il vient d'être défini soit efficace. Cet enroulement est celui d'une machine bipolaire. Les conducteurs qui correspondent au même pont de la distribution sont ceux qui se trouvent au même instant sous deux pôles opposés; dans la solution proposée par Dettmar, en 1894, les deux bobines inductrices de ces deux pôles sont précisément alimentées par le même pont que celui auquel appartiennent les conducteurs de l'induit considéré.

Chacun de ces circuits est respectivement en dérivation entre un des pôles positif ou négatif de la machine, et un point pris sur une résistance montée entre les deux fils extrêmes (fig. 3).

Les bobines inductrices des pôles dans lesquels la réaction d'induit s'oppose au champ magnétique inducteur sont parcourues par un courant d'intensité plus élevée que les deux autres bobines, le réglage de ces intensités s'obtenant par celui des résistances en série dans chaque circuit inducteur. On arrive ainsi à uniformiser le flux résultant sous les quatre pôles de la machine. Comme d'autre part l'intensité du courant dans les bobines inductrices dépend de l'intensité du courant débité par la machine, dans un rapport de la valeur de la résistance du circuit inducteur et de la résistance en série, il y a dans une certaine mesure une compensation de la réaction d'induit qu'on rendra par le réglage de la résistance plus sensible pour les

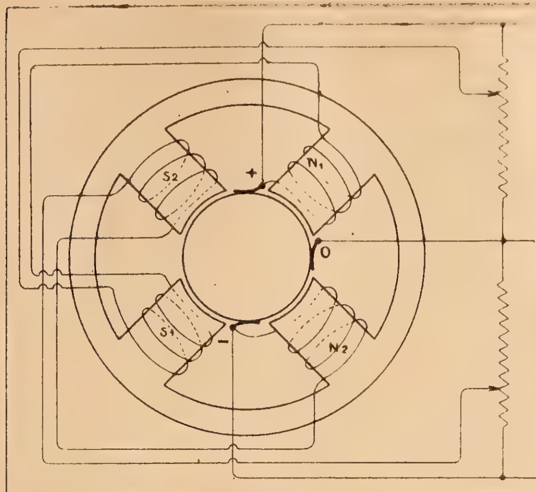


Fig. 3.

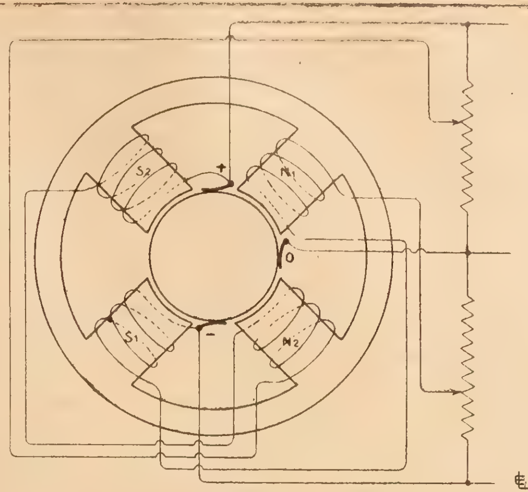


Fig. 4.

bobines des pôles N_1 et S_1 (fig. 3) que pour celle des deux autres pôles.

Signalons enfin pour terminer une modification proposée par Rothert. Dans la solution qui vient d'être examinée, on peut craindre une inversion de la polarité des pôles dans lesquels la réaction d'induit s'offre au champ magnétique inducteur; en cas de court-circuit, par exemple, sur le pont correspondant, la réaction d'induit devient très importante tandis que la tension aux bornes du circuit inducteur diminue; la réaction d'induit l'emporte sur le champ magnétique inducteur et les polarités des deux pôles opposés sont inversées.

On évite ce danger en croisant les connexions des deux circuits inducteurs : c'est la modification due à Rothert (fig, 4). Les bobines inductrices des pôles auxquels correspondent les conducteurs de l'induit du pont positif sont branchées sur le pont négatif et inversement. On évite ainsi l'accident qui vient d'être signalé, et cette solution présente de plus l'avantage sur la précédente d'assurer le réglage automatique des tensions des deux ponts qui peuvent être maintenues constantes et égales, même dans le cas d'une différence de charge. On retrouve d'ailleurs ici le montage adopté pour les enroulements inducteurs des deux machines du groupe égalisateur de puissance : on sait que le circuit inducteur de la machine appartenant au pont positif est monté sur le pont négatif et inversement.

A. Curchod,
Ingénieur-Electricien (E.S-E.).

EXTRAITS — COMPTE-RENDUS

Détermination rapide de la capacité répartie des bobines de self.

La méthode la plus commune de mesure de la capacité répartie d'une bobine de self consiste à déterminer au moyen d'un condensateur étalon connecté aux extrémités de cette bobine, la capacité nécessaire pour établir la résonance pour un certain nombre de longueurs d'onde connues. En traçant une courbe donnant, d'une part les valeurs du carré de la longueur d'onde, et d'autre part la capacité du condensateur shunté, on obtient une ligne droite qui, prolongée, coupe l'axe des capacités en un point correspondant à la capacité répartie de la bobine.

Le *Proceedings of the Institute of Radio Engineers* a donné une méthode rapide permettant de résoudre le problème.

La figure 1 représente le circuit employé pour ces mesures. Le condensateur C est d'abord réglé pour une valeur d'environ les deux tiers ou les trois quarts (suivant la limite de l'échelle C 1 sur le diagramme) de sa valeur maximum, et l'ondemètre

est ensuite réglé jusqu'à ce qu'il soit en résonance avec le circuit L C. Cette valeur de la capacité est appelée C_1. L'ondemètre est alors réglé pour une longueur d'onde égale à la moitié de la première valeur et l'on fait varier C jusqu'à ce que l'on obtienne l'accord avec cette nouvelle longueur d'onde. Désignons cette dernière capacité par C_2.

En se reportant au diagramme donné par l'auteur, on trace une ligne droite coupant les échelles C_1 et C_2 aux valeurs obtenues pendant l'essai. L'endroit où cette ligne traverse l'échelle C_D donnera la capacité répartie.

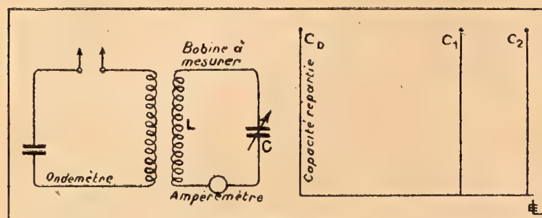


Fig. 1 et 2

Le diagramme en question est construit de la façon suivante : trois lignes verticales C_D, C_1 et C_2 sont tracées (fig. 2), de telle sorte que la distance entre C_D et C_1 soit trois fois la distance entre C_1 et C_2. Les échelles sont telles qu'une unité de capacité soit égale à une unité de distance sur l'échelle C_D, un douzième de l'unité de distance sur l'échelle C_1, et quatre neuvièmes de l'unité de distance sur l'échelle C_2. Cette combinaison ne représente qu'une des nombreuses combinaisons possibles qui fonctionneraient de la même manière.

Pour obtenir des résultats plus précis, la capacité répartie peut être obtenue en partant de plusieurs autres longueurs d'onde et en faisant la moyenne des valeurs résultantes.

M. G.

PROCÉDÉ DE DÉMARRAGE DE FORTUNE POUR MOTEUR ASYNCHRONE A BAGUES

L'Electrical World donne un procédé de fortune pour faire démarrer un petit moteur asynchrone à bagues de moins de 50 chevaux. Considérons un moteur triphasé de 15 chevaux, tournant à 690 tours par minute, de 60 périodes par seconde, de 440 volts. Supposons que nous connaissions l'intensité dans le rotor, à pleine charge, soit 49 ampères, la tension à l'arrêt entre bagues, soit 147 volts et la résistance par phase du moteur, soit 0,09 ohm. Si l'on

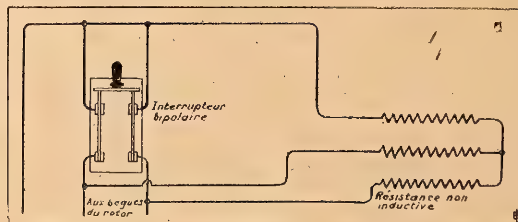


Fig. 1.

admet que l'intensité que le moteur peut supporter au démarrage est deux fois et demie l'intensité de pleine charge, on déterminera la résistance totale R du circuit secondaire par la relation

$$R = \frac{E}{I\sqrt{3}} = \frac{147}{2,5 \times 49 \times \sqrt{3}} = 0,69 \text{ ohm.}$$

Si nous retranchons de ce chiffre 0,09 ohm, nous aurons la résistance de chaque phase, résistance égale à 0,60 ohm. On n'aura donc qu'à démarrer avec l'interrupteur bipolaire ouvert. On laissera le moteur prendre sa vitesse, et quand il l'aura atteinte, on fermera l'interrupteur, et le moteur continuera à tourner normalement.

Le dispositif employé est représenté par la figure[1] ci-contre.

M. G.

Informations.

Autorisations. — Concessions.

Ain. — Par un décret en date du 28 juin 1922, a été déclaré d'utilité publique l'établissement du réseau de distribution d'énergie électrique du syndicat intercommunal d'électricité du Pays de Gex et approuvé l'arrêté préfectoral du 2 février 1921 autorisant ledit syndicat à construire et à exploiter en régie, sur son territoire, la distribution publique de l'énergie électrique à tous usages.

Basses-Pyrénées. — La Société « l'Energie Industrielle » dont le siège social est 94, rue Saint-Lazare, à Paris, a demandé l'autorisation d'établir sous le régime des concessions, une distribution d'énergie électrique aux services publics, sur le parcours compris entre Orthez-Castetarbe et Saint-Sever, dans les départements des Basses-Pyrénées et des Landes.

L'instruction de cette demande est actuellement en cours.

Cher, Indre. — L'ouverture de l'enquête vient d'être autorisée au sujet de la demande de concession de distribution aux services publics avec déclaration d'utilité publique sollicitée par la Société Production, Transport et Distribution d'énergie sur le parcours compris entre Egusson (Indre) et Bourges (Cher).

La même Société vient d'être autorisée provisoirement à établir une ligne de transport d'énergie électrique entre Bourges et Egusson destinée à être incorporée dans la demande de concession ci-dessus indiquée.

Haute-Loire. — Par un arrêté du 25 juillet 1922, la déchéance vient d'être prononcée contre les concessionnaires de la distribution d'énergie électrique de Boucher-Saint-Nicolas.

Hautes-Pyrénées. — La Société anonyme « Carrières Réunies de Marbre » a été autorisée à établir, par permission de voirie, une ligne d'énergie électrique, en vue de relier une carrière qu'elle exploite sur le territoire de la commune de Beyrède-Jumet, à l'usine génératrice de la Société Aluminium du Sud-Ouest.

La Société Minière et Métallurgique de Pennaroya a présenté une demande de concession d'Etat en vue de l'établissement d'une ligne de transport d'énergie à très haute tension entre Saint-Lary et Lannemezan.

Nord. — La Compagnie électrique du Nord qui a déposé, précédemment, une demande de concession par l'Etat d'une distribution d'énergie électrique aux services publics, vient de solliciter l'autorisation de réinstaller la canalisation électrique aérienne à haute tension destinée à l'alimentation du poste des Etablissements Collette à Seclin.

Cette autorisation lui a été accordée sous les réserves d'usage.

Le Comptoir central d'achats industriels pour les régions envahies a sollicité, par dérogation à l'article 25 de l'arrêté ministériel du 30 juillet 1921, l'autorisation d'établir la ligne électrique haute tension Valenciennes-Douai, sous un angle de 49 degrés (au lieu du minimum de 60 degrés prescrit) à la traversée de la voie ferrée de Somain à Anzin et à la frontière belge.

Cette autorisation lui a été accordée.

La Société « Electricité et Gaz du Nord » a sollicité l'autorisation de construire immédiatement une canalisation souterraine haute tension destinée à alimenter une cabine de transformation 10.000/15.000 volts projetée à Leval.

Cette canalisation sera incorporée dans la concession d'Etat que cette Société a déjà déposée.

La Compagnie électrique du Nord a demandé l'autorisation d'établir un branchement haute tension destiné à l'alimentation du poste de transformation du hameau de Don (communes de Sainghin-en-Weppes, Navrin, Annoeullin).

Cette canalisation sera comprise ultérieurement dans la demande de concessions d'Etat « Services publics » que cette Société a déjà déposée.

Nord et Pas-de-Calais. — La Compagnie des mines d'Ostricourt a demandé l'autorisation d'établir, par permission de voirie une canalisation électrique aérienne à 5.000 volts, empruntant le territoire des communes de Moncheaux (Nord) et de Leforest (Pas-de-Calais).

Oise. — La Société « Le Triphasé » et la Société « Le Thérain électrique » ont sollicité l'autorisation provisoire d'établir une ligne de distribution d'énergie électrique entre Balagny et Marissel.

Ces deux Sociétés ont été autorisées à en exécuter les travaux, à leurs risques et périls, sous réserve d'une entente préalable avec les services intéressés et des résultats de l'enquête à laquelle leur demande de concession englobant cette ligne devra être soumise.

Seine-et-Oise. — La Société « Le Triphasé » a sollicité l'autorisation provisoire de construire entre Genicourt et Livilliers une canalisation électrique aérienne H. T. qui sera incorporée dans la concession d'Etat que la Société précitée a demandé conjointement avec la Société d'éclairage et de Force par l'électricité.

— Conformément aux instructions ministérielles du 15 juillet 1922, une conférence a été tenue entre les ingénieurs en chef du contrôle des distributions d'énergie électrique et du génie rural du département de Seine-et-Oise, au sujet de l'établissement d'un réseau rural de distribution d'énergie électrique dans la commune de Galluis.

Tarn. — La Société « Union électrique du Tarn » dont le siège social est à Paris, 8, avenue Percier, a demandé l'autorisation d'établir, sous le régime des concessions, une ligne de transport de distribution d'énergie électrique sur le parcours compris entre Carmaux-Albi-Saint-Sulpice-Moissac et Toulouse dans les départements du Tarn, de Tarn-et-Garonne et de la Haute-Garonne.

L'instruction de ce projet est actuellement en cours



LÉGISLATION

Délimitation de la zone urbaine d'une ville.

Un désaccord s'est élevé entre l'Administration des P. T. T. et la Compagnie des Tramways électriques et omnibus de Bordeaux, au sujet de l'application de l'article 47 de l'arrêté technique du 30 juillet 1921, divisant en deux zones, urbaine et suburbaine, les lignes de traction employant les rails de roulement comme conducteurs de courant.

Les P. T. T. estimaient que ledit article fixe la limite de la zone urbaine aux points extrêmes du réseau souterrain téléphonique et que cette délimitation pouvait être graduellement reculée, suivant les nécessités des constructions téléphoniques souterraines. Ils considéraient, dès lors que, quant à présent, la zone urbaine devait être limitée, à celle du réseau téléphonique de Bordeaux (lignes principales et ramifications).

De son côté, la Compagnie des Tramways de Bordeaux fixait à la zone urbaine une limite différente, en arguant que l'interprétation donnée par les P. T. T. l'obligerait, pour des lignes à trafic restreint, à augmenter le poids des rails, chaque fois qu'un nouveau câble téléphonique souterrain viendrait à être posé aux abords de la ligne de tramways.

Le comité d'Electricité, consulté à ce sujet, a émis l'avis suivant :

L'article 47 précité définit la zone « urbaine » comme située à l'intérieur d'un réseau ramifié de conduites, canalisations ou masses métalliques souterraines ; mais, en définissant la zone « suburbaine » comme située à l'extérieur de la précédente, il n'en exclut pas la présence, à moins de 50 mètres des voies, de conduites, canalisations ou masses métalliques souterraines, sinon, d'après l'article 46 de l'arrêté en cause, les prescriptions des articles 47 à 52 seraient inapplicables.

La zone suburbaine peut donc contenir des masses métalliques voisines des voies, et toute zone en contenant n'est pas, *ipso facto*, zone urbaine. Dès lors, il importe de déterminer quelle importance doit avoir le réseau ramifié souterrain, pour que la zone de voie correspondante soit classée dans l'une ou l'autre catégorie.

L'article 47 ne l'indique pas, et cela s'explique par l'impossibilité de chiffrer d'une façon absolue cette quantité.

Pour délimiter les zones, il faut, en effet, examiner simultanément, pour chacune des lignes de traction, les éléments suivants :

1° Emplacement et importance de toutes les masses métalliques souterraines voisines des lignes (conduites d'eau et de gaz en particulier) ;

2° Le cas échéant, la conductibilité du sol;

3° L'importance du trafic ;

4° Pour chacune des masses métalliques souterraines :

a) Son emplacement, sa nature, sa gravité, la fréquence des inconvénients qu'elle a pu subir du fait de la proximité des voies ;

b) La perte de charge kilométrique sur la voie qui en a été la cause ;

c) Les mesures spéciales prises pour y remédier.

La comparaison de ces divers éléments peut seule donner une appréciation exacte de la délimitation à faire.

Une décision ministérielle récente intervenue sur ce point, a, conformément à l'avis précité du comité, décidé qu'en l'espèce actuelle, la seule présence de câbles téléphoniques souterrains au voisinage de portions de lignes de traction, ne saurait suffire pour étendre d'une façon absolue et sans examen, à ces lignes, surtout lorsqu'elles ont un faible trafic, les prescriptions de la zone urbaine jusqu'au point terminus du réseau téléphonique souterrain.

A. C. L.

Revue de jurisprudence.

Rupture de contrat et polices. — Lorsque la durée du contrat de fourniture de courant n'a pas été fixée, chaque partie a le droit de le faire cesser moyennant un préavis dont le délai est à apprécier d'après l'usage des lieux et les circonstances de l'espèce (Cour d'appel de Grenoble, arrêt du 17 mars 1922. Aff. Société Electr. de Briançon c. Mathonnet).

Le règlement général ni les polices n'obligent une compagnie à renouveler un abonnement d'électricité expiré sans en changer le mode, à la condition d'en avoir prévenu l'abonné (Tribunal de commerce de Lyon, jugement du 11 novembre 1921. Aff. Burlet et C[ie] du gaz de Lyon).

Interruption de fourniture. — Une société distributrice d'électricité ne peut invoquer à sa décharge les défaillances de son propre fournisseur d'électricité (Tr. de commerce de Lons-le-Saunier. 11 novembre 1921).

Inventions. — Appareils et procédés nouveaux

HORLOGES ÉLECTRIQUES

Les horloges électriques actionnées par une pendule mère (fig. 1), y sont pourvues d'une série de prismes indiquant les heures et, si on le désire, les quart d'heures et les minutes. Chaque prisme *a* est monté sur un axe *d* ayant un pignon d_1 s'engrenant avec une roue dentée *e*; cette roue est actionnée par l'intermédiaire d'un cliquet et d'un déclic répondant à l'oscillation de l'armature *h* d'un électro-aimant *i*. Le prisme tourne d'un tiers de tour à chaque déclanchement.

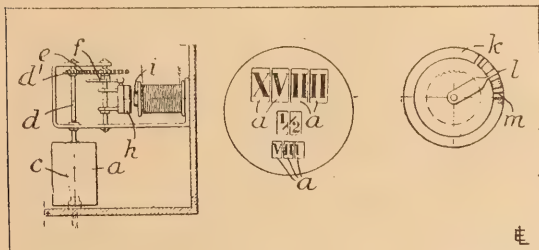


Fig. 1.

Les électro-aimants sont mis en circuit par l'intermédiaire d'un commutateur *k* pourvu d'un balai *l* qui tourne pas à pas en même temps que la penduie mère. Le commutateur est pourvu de soixante barres auxquelles sont connectés les électros de sorte que le circuit local est formé sur les électros, lorsque le balai passe sur une barre. Des barres intermédiaires *m* peuvent aussi être employées si on le désire. Les commutateurs pour les heures et les quart d'heures sont actionnés par l'engrenage du commutateur des minutes. Les prismes peuvent être rendus lumineux au moyen de lampes électriques *c*. (Brev. angl. n° 169.564. — Pillon Dijon.)

M. M.

RELAIS A BASCULE

Ce relais comprend (fig. 1) deux électro-aimants *e* et *e'* capables d'attirer une armature *b* établissant une série de contacts *s*. L'armature *b* maintenue en position par un

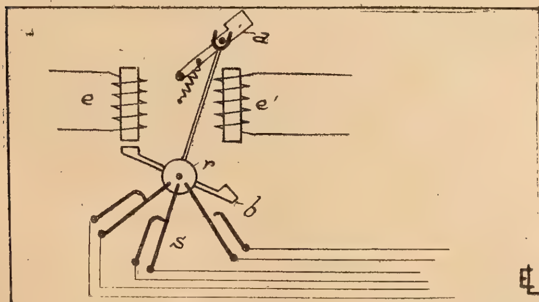


Fig. 1.

bras mobile *a*, ne peut être ramenée en position inverse que par l'action de l'électro-aimant.
(Br. Fr. n° 537.787. — Klein).

TRANSFORMATEUR MONOPHASÉ

Un transformateur monophasé comprend des bagues terminales *a*, *b*, maintenues ensemble au moyen de tiges *c* et un cylindre isolant *d* entoure ces tiges; la bobine *e* en fil isolé entoure le cylindre et ses extrémités e^1 sont fixées aux bagues terminales. Ces bagues peuvent être en métal de section carrée et sont fendues en *f* pour contenir les extrémités des conducteurs; des blocs de fixation f_1 complètent le dispositif. Les faces a^1 b^1, des bagues peuvent

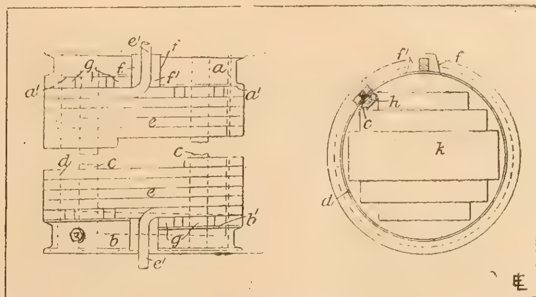


Fig. 1 et 2.

être inclinées; des blocs *g* en matière isolante étant insérés dans l'intervalle laissé entre ces blocs et l'enroulement. Les tiges peuvent être en métal ou en bois et sont maintenues à leurs extrémités par des vis *h* ou des écrous et des boulons passant à travers le cylindre isolant *d*. S'il s'agit d'un transformateur dont le noyau ait la disposition de la figure 2, les tiges peuvent être placées dans les angles et la matière isolante peut être placée entre le noyau et le cylindre *d*. (Brev. angl. n° 169 553. — British Electric transformer C°.)

M. M.

PROCÉDÉ D'OBTENTION DE LAMPES AVEC DÉCHARGES LUMINESCENTES

Les ampoules sont remplies de néon ou d'un mélange d'hélium et de néon à une pression de 5 millimètres. Si l'on dispose (fig. 1) deux électrodes *e e'*, ou deux fils *f f'* à l'intérieur, de telle façon que le plus grand volume de gaz soit traversé par les lignes de force du champ électrique, il se produira une luminescence à la cathode, donnant la

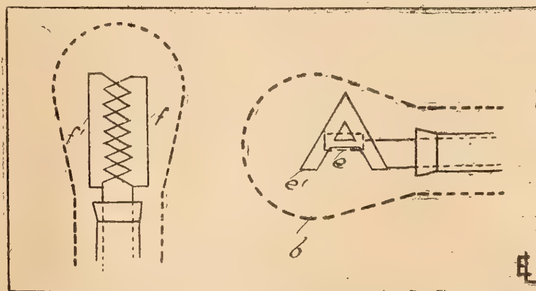


Fig. 1

configuration de cette dernière. Ces lampes ne peuvent être employées que dans des cas spéciaux (réclame, etc.). mais la consommation est très faible. (Br. Fr. n° 537.412. — J. Pintsch A. G.*E*).

On nous demande :

Indicateur de consommation maximum pour compteur d'électricité.

En réponse à la demande : « Quel est le fonctionnement d'un compteur A. C. T. avec indicateur de pointes (Compagnie des Compteurs), réglable de 10 à 15 minutes, par exemple, enregistrement des pointes, calcul de la consommation indiquée par l'indicateur, etc. », nous allons donner la description complète de ce genre d'appareil dont l'emploi s'est généralisé à Paris, pour la mesure de l'intensité maximum absorbée par les abonnés alimentés en haute tension.

L'indicateur de consommation maximum indique au moyen d'une aiguille, sur un cadran gradué, le maximum des puissances moyennes utilisées au cours de périodes successives d'égale durée.

Cet indicateur de maximum est établi pour une période de mesure déterminée ; cette période n'est pas réglable à volonté, sans transformation et réglage, dans un appareil donné. Si l'on admet, pour fixer les idées, une période de 15 minutes, l'indicateur de maximum remplit l'office d'un employé qui lirait la cote de la minuterie d'un compteur ordinaire tous les quarts d'heure, calculerait les consommations de chaque quart d'heure, puis la consommation rapportée à une heure (ce qui correspond à la puissance moyenne pendant chaque période d'un quart d'heure) et retiendrait seulement, parmi les chiffres ainsi obtenus successivement, le chiffre le plus élevé.

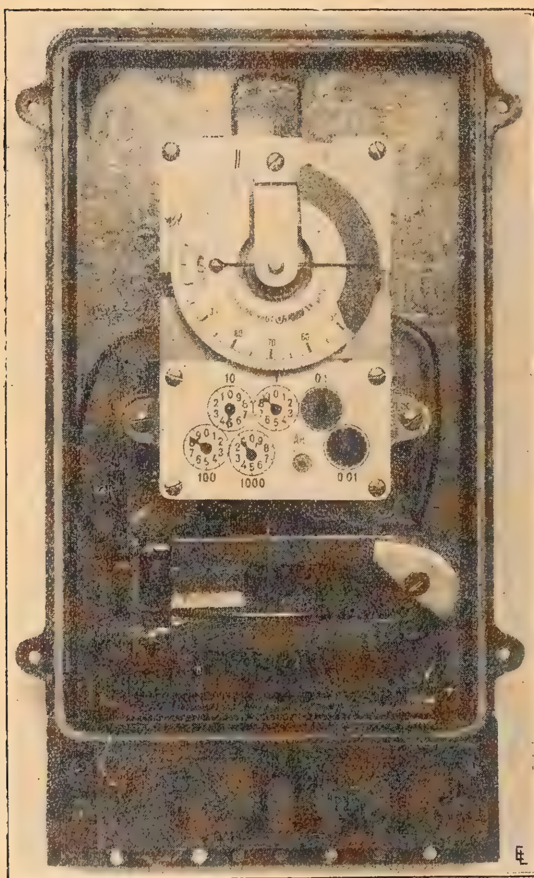


Fig. 1. — Indicateur de maximum 10 ampères, 120 volts, 2 fils.

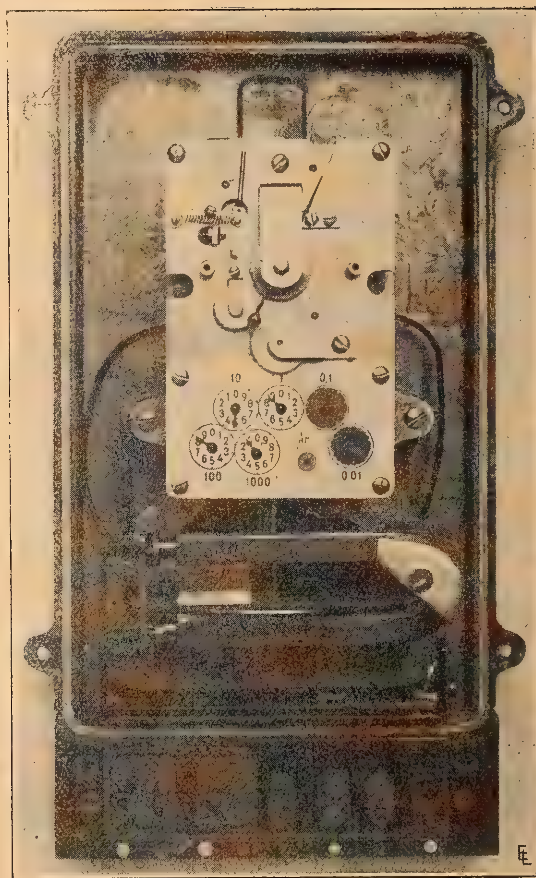


Fig. 2. — Le même appareil, cadran enlevé.

Le compteur proprement dit est un compteur ordinaire, formé d'un électro ou de plusieurs, d'un disque, d'une minuterie ordinaire, etc. Son fonctionnement est le même, qu'il soit muni ou non d'un dispositif indicateur de maximum, et on lit comme à l'ordinaire, sur la minuterie, l'énergie consommée.

Les cadrans des indicateurs de maximum portent tous 135 divisions, la valeur d'une division est

marquée pour chaque appareil sur le cadran même. La consommation maximum s'obtient donc en multipliant, par le chiffre correspondant à la valeur d'une division, le nombre de divisions dont a dévié l'aiguille.

Les rouages de l'indicateur de maximum sont établis de telle sorte que la division 100 correspond toujours à la pleine puissance nominale du compteur.

Principe. — Un mobile M pouvant entraîner l'aiguille indicatrice du maximum se trouve périodiquement et pendant un temps T_1 engrené avec l'horlogerie totalisatrice du compteur; il décrit pendant ce temps un angle proportionnel à l'énergie enregistrée par celui-ci. A la période T_1 succède une période t, au cours de laquelle l'aiguille indicatrice se trouve libérée du mobile qui reprend sa position initiale.

Les périodes T_1 et t sont déterminées par un moteur à vitesse constante.

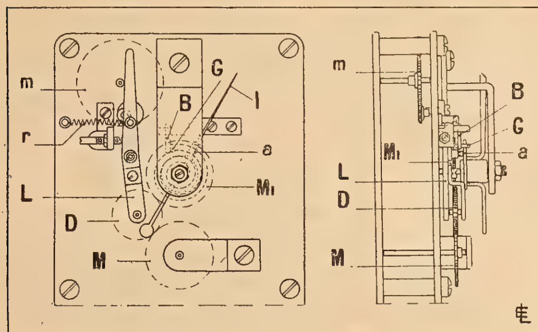


Fig. 3. — Schéma du mécanisme.

L'aiguille indicatrice ayant été, au cours de la période initiale, déplacée d'un certain angle ne peut, pendant les périodes T_1 suivantes, être entraînée que si le mobile dont elle est solidaire vient à décrire un angle supérieur à celui qui correspond à la position qu'elle occupe : elle indique donc toujours la consommation maximum depuis le temps origine.

Description. — La roue dentée D montée (fig. 3) à l'extrémité du levier L met en relation pendant la majeure partie du temps le mobile M_1 du sytème indicateur de maximum avec l'un des mobiles M d'une horlogerie totalisatrice ordinaire. Un mobile *m* conduit par un moteur à vitesse constante tourne d'un mouvement uniforme et, une fois par tour, donc à des intervalles de temps égaux T, écarte pendant un temps très court la roue D du mobile M_1 de l'indicateur de maximum et du premier mobile M de l'horlogerie totalisatrice. Sous l'action d'un ressort spiral, le mobile M_1 est alors brusquement ramené à zéro, la goupille G venant reposer contre la butée B.

Le mobile *m* continuant sa révolution, le levier L bascule sous l'action d'un ressort *r* et ramène D en prise avec M et M_1. L'aiguille indicatrice de maximum I est montée à frottement doux sur l'axe du mobile M_1 au moyen d'un manchon muni d'un doigt *a*. Quand donc, le mobile M_1 étant entraîné à une vitesse proportionnelle à celle du compteur par l'intermédiaire de la roue D en prise avec le mobile M, la goupille G rencontre le doigt *a*, l'aiguille de maximum I se trouve entraînée à une vitesse proportionnelle à celle du compteur, jusqu'au moment où, le moteur *m* faisant basculer le levier L et écarter la roue D de M et M_1, la roue M est ramenée au zéro abandonnant l'aiguille I à la position atteinte. Pendant les révolutions suivantes de *m*, l'aiguille I ne sera entraînée plus loin que si, dans le temps T mesuré par une révolution du mobile *m*, le mobile M_1 a décrit un angle plus grand que dans l'un quelconque des intervalles T précédents, c'est-à-dire si le compteur a, dans l'intervalle considéré, tourné plus vite que dans les intervalles antérieurs.

Pour éviter une détérioration de l'indicateur de maximum dans le cas d'une surcharge exagérée du compteur, on a supprimé quelques dents sur la surface du mobile M qui arrive en regard de la roue D quand l'aiguille I atteint l'extrémité de sa course, de telle sorte que M et D puissent alors tourner sans entraîner M_1.

La durée d'une révolution du mobile *m* détermine la période T que l'on peut, à la demande, faire varier de 5 minutes à une demi-heure.

Ainsi que nous l'avons dit au début, l'indicateur de maximum peut être adapté à un compteur quelconque, en particulier on pourra l'adjoindre à un compteur ampère-heure-mètre, et dans ce cas l'aiguille du cadran indiquera des intensités instantanées maxima en ampères. On utilisera ce dispositif dans des systèmes de tarification spéciaux, comme cela se fait sur le réseau de la C. P. D. E. à Paris et sur certains secteurs de banlieue, le Triphasé d'Asnières par exemple.

E. François.

Problèmes sur les appareils de mesures

Errata au problème nº 112, p. 357. — La force d'attraction entre les armatures d'un condensateur est $F = \frac{V^2S}{8\pi e^2}$ dynes et non $F = \frac{V^2S}{8\pi e}$, ce qui donne en réalité pour la tension appliquée 3,17 unités électrostatiques, soit 951 volts.

CARNET DE LA T. S. F.

Poste hétérodyne fonctionnant sur le courant alternatif.

Un amateur, M. Moye, professeur à l'Université de Montpellier, a utilisé avec succès le courant alternatif pour alimenter en haute et basse tension un poste récepteur à lampes. Dans *les Annales des P. T. T.* (1) il indique son montage permettant de recevoir les ondes entretenues, avec un hétérodyne débarrassé de toute pile ou de tout accumulateur, et ne faisant appel qu'au courant alternatif du secteur.

En se reportant au schéma figure 1, on retrouve aisément les éléments fondamentaux d'un poste hétérodyne normal. La lampe de gauche est la

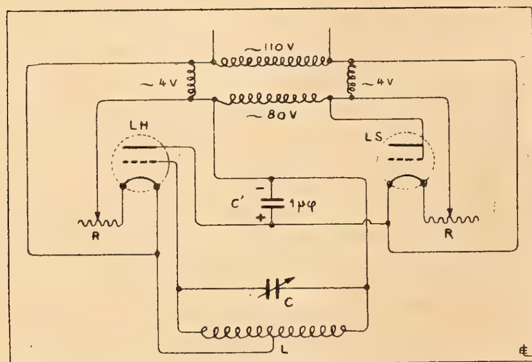


Fig. 1.

génératrice d'oscillations locales; la plaque reliée à une extrémité du circuit oscillant L C (réglable à la longueur d'onde désirée), la grille à l'autre extrémité et le filament se trouvent raccordés à un point pris à peu près au tiers de la bobine de self constituant le montage connu. Le chauffage du filament de la lampe hétérodyne est effectué par le courant alternatif fourni à 4-5 volts par un transformateur abaisseur. L'intensité est réglée à la valeur requise par un rhéostat.

La haute tension plaque est fournie par une lampe-soupape dont la grille et la plaque sont connectées ensemble comme indiqué sur le schéma. Cette lampe-soupape est chauffée également par le courant alternatif à 4-5 volts et comporte un rhéostat de réglage. Un enroulement spécial du transformateur fournit le courant à 80 volts à la lampe-soupape. Un seul transformateur à quatre enroulements peut donc alimenter le poste de réception avec hétérodyne.

Ce poste hétérodyne fonctionne sensiblement comme les postes classiques à accumulateurs. M. Moyne a construit des postes alimentés ainsi en alternatif et recevant parfaitement les ondes entretenues et la téléphonie sans fil.

(1) Numéro 2, 1922.

Congrès national de la T. S. F. à Marseille.

C'est à l'Exposition coloniale à Marseille qu'aura lieu du 21 au 26 septembre prochain, ce congrès que patronneront les plus hautes personnalités du monde officiel, parmi lesquelles M. Sarraut, ministre des colonies.

Le programme général mérite d'être noté :

Réception à l'Hôtel de ville par la municipalité, banquet. Concert de gala avec partie par téléphonie sans fil, assuré par une phalange d'artistes de talent. Visite à l'Exposition coloniale. Déjeuner à bord du paquebot *Saint-Antoine* qui conduira les congressistes à Martigues où ils seront reçus par la municipalité. En cours de route, concert par téléphonie sans fil.

La Compagnie des chemins de fer P.-L.-M., fait aux congressistes une réduction de 50 % et les compagnies de navigation 20 %. mais il faut demander les permis à M. Lemonnier, secrétaire général du congrès de la T. S. F., 13, allées Léon-Gambetta, à Marseille.

— Pendant la durée du concours Lépine, du 25 août au 2 octobre, les concerts radiotéléphoniques de la Tour Eiffel auront lieu de 16 h. 30 à 17 heures.

BIBLIOGRAPHIE

Annuaire de l'Union des Syndicats de l'électricité, édition 1922. Boulevard Malesherbes, 25, Paris. Prix 30 francs (réduction de 30 % aux membres des syndicats de l'électricité).

L'Union des Syndicats de l'Electricité qui groupe 12 syndicats, 800 maisons de construction de matériel électrique, 500 sociétés de distribution d'énergie électrique, 74 sociétés de tramways électriques, au total plus de 100.000 ouvriers et de 6 milliards de francs de capitaux, et qui représente ainsi la totalité des industries électriques françaises, vient de publier l'édition 1922 de son annuaire, sur lequel nous ne saurions trop attirer l'attention de tous ceux qui s'intéressent de près ou de loin à l'électricité.

Dans ces 1.400 pages, ce volume donne les renseignements les plus complets non seulement sur les syndicats et leurs membres, non seulement sur toutes les sociétés ou établissements techniques ou scientifiques se rattachant à l'industrie électrique et sur les ministères, mais aussi sur l'œuvre technique accomplie par l'Union.

On trouvera notamment, outre les normalisations internationales et celles de la commission permanente de standardisation, le texte de celles qui sont établies par l'Union des Syndicats de l'Electricité : installations électriques dans les immeubles, fourniture des isolateurs en porcelaine et en verre, fourniture des huiles de transformateurs, etc...

L'annuaire contient, en outre, la législation complète

des chutes d'eau, celle des distributions d'énergie électrique, la réglementation des nouveaux index économiques électriques, ainsi que des renseignements détaillés sur les grandes écoles et écoles d'électricité. Il contient également l'exposé méthodique et détaillé de notre législation douanière et de notre tarif douanier.

Enfin, il contient 1.200 notices sur les maisons française, de construction électrique et les sociétés de distributions ainsi qu'un répertoire de 1.500 adresses concernant les personnalités des industries électriques (adresses, numéro de téléphone, titres et fonctions, etc...)

Plan de Paris, avec divisions des secteurs de la C.P.D.E. publié par *l'Electro-Edition*. Prix : 3 francs.

Manuel de l'électricien : Construction des réseaux d'énergie, par M. Daval, ingénieur-électricien E. S. E Ce petit livre (prix : 8 fr.) fait partie de la Bibliothèque professionnelle (J.-B. Baillière, éditeur). Il contient de nombreux renseignements pratiques sur la construction, le montage et l'entretien des réseaux et canalisations de distribution.

TRIBUNE DES ABONNÉS

*Notre Tribune est une rubrique de renseignements mutuels ouverte à tous nos abonnés. La Rédaction de l'*Electricien *n'est pas responsable des réponses fournies. Nous prions nos lecteurs de limiter leurs demandes au domaine de la pratique industrielle.*

DEMANDES

N° 740. — Quel enroulement spécial doit avoir la dynamo pour débiter du courant avec le troisième balai neutre, comme M. Dettmar l'a indiqué ? La différence de potentiel entre les pôles extrêmes et le fil neutre sera-t-elle la même qu'entre les pôles extrêmes eux-mêmes ? La dynamo, dans ce système, peut-elle travailler sur un réseau à deux fils, sous 220 volts et fournir en même temps le troisième pôle, soit le pôle neutre, pour des moteurs à 110 volts ?

N° 741. — Un lecteur serait-il assez aimable pour me faire connaître l'horaire des transmissions des radios-concerts de F. L. ainsi que des Bulletins météorologiques.

N° 742. — Sur un réseau triphasé 115/200 volts, on veut utiliser des moteurs à cage d'écureuil avec démarreur étoile-triangle; je pense qu'il faut prendre pour cela des moteurs 200/340 volts, c'est-à-dire 200 volts au démarrage en étoile et 340 volts pour la marche normale en triangle.

Pourrait-on me dire comment le moteur se comporte ainsi branché sur 200 volts ?

Quelles sont les causes qui occasionnent sur une commutatrice ce qu'on appelle le « pompage » ?

Que faut-il faire pour y remédier ?

N° 743. — Existe-t-il : 1° une formule pour le réglage des cornes de parafoudres et des résistances montées en série avec lesdits parafoudres pour lignes triphasées H. T.; 2° des abaques permettant de calculer rapidement la chute de tension d'une ligne H. T.

N° 744. — Dans la réception en Oudin de la téléphonie, j'ai un écouteur de 2.000 watts branché aux bornes d'un condensateur de 2 millièmes. Augmenterai-je, l'intensité de réception en mettant une capacité de 4 millièmes ou bien en branchant une résistance de 2.000 watts en parallèle avec l'écouteur ? Un condensateur variable aux bornes du secondaire augmente-t-il la netteté ?

Longueur d'onde de téléphonie de Sainte-Assise ?

N° 745. — Je dois transporter une puissance de 200 HP destinée à alimenter plusieurs moteurs diphasés de 220 volts cos φ = 0,6. Je pourrais consentir une perte de charge de 10% : quelle est la section du fil à employer ?

N° 446. — Je m'établis comme entrepreneur d'installations électriques. Seul ou occupant des ouvriers, quelles sont les démarches que j'ai à faire pour être en règle avec les lois ?

Quelle comptabilité dois-je tenir ?

N° 447. — Peut-on me faire connaître un moyen de rendre bon conducteur du courant électrique le tétrachlorure de carbone (C, Cl⁴ pour pouvoir être ensuite décomposé, *peu à peu*, par un faible courant de I = 2 ou 3 ampères sous une tension de E = 1 à 2 volts?

Bien entendu, il ne faut pas que le moyen employé pour rendre conducteur le (C, Cl⁴) décompose ce corps qui, au contraire, devra être décomposé *lentement* par le *courant continu* seul.

Il ne faudra pas non plus que le (C, Cl⁴) rendu conducteur joue le rôle d'un acide dans la dissolution *à circuit ouvert*, attendu que le chlore ne devra se dégager peu à peu que pendant le passage du courant dans le liquide contenant le tétrachlorure de carbone.

N° 748. — Ayant vu en montage qui m'a paru très singulier, je vous serais très obligé de vouloir bien me donner votre opinion à ce sujet.

Il s'agit d'un moteur triphasé 6 bornes 110 volts-190 volts 50 périodes rotor bobiné 10 HP 1.420 tours. Ce moteur a été branché sur du monophasé avec démarreur ordinaire monophasé (Résistance et bobine de self) de la manière suivante (fig. 1).

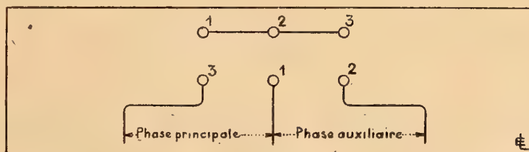


Fig. 1.

Le courant absorbé au démarrage est égal à 120 ampères environ et le couple est très faible. Marchant sans compteur, je n'ai pu évaluer la dépense en charge, ce montage se réalise paraît-il, fréquemment dans certains secteurs monophasés, notamment à Paris. — Est-il bien pratique ?

N° 749. — Comment calculer la résistance combinée (totale) de l'ensemble des éléments *a*, *b*, *c*, *d*, *e*, du faisceau ci-contre (fig. 2) en vue de calculer les intensités dans chacun de ces éléments, de longueur et de résistivités différentes, les lettres *a*, *b*, *c*, *d* et *e*, caractérisant la résistance de chacun d'eux

$$VA - VB = u.$$

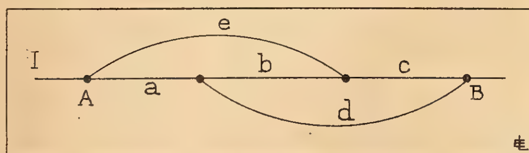


Fig. 2.

Demandes d'adresses de constructeurs.

N° 750. — Adresses de fournisseurs pour accumulateurs alcalins type Edison et pour électrolyte destiné à la recharge de ces éléments.

Nº 751. — Adresse du fabricant des bouteilles chauffantes, genre « Thermos » mais du modèle « Hélios ». Peut-on refaire le vide dedans, la pointe ayant été cassée par inattention ?

Nº 752. — Peut-on m'indiquer le fabricant des batteries d'accus des camions « Liberty U. S. A. » Batterie « U. S. L. » Niagara Falls Ny. Type 0,313 B.

RÉPONSES

Nº 000 (699 du 1er août 1922). — Le remplacement des tôles avariées entraînerait à une réfection totale de l'induit, réparation longue et coûteuse ; on pourrait, je crois, sans trop de difficultés, séparer les tôles à l'endroit où elles ont été soudées entre elles par le court-circuit et glisser, après séparation, des feuilles de mica élevées très minces ; après cette première réparation, on n'aurait qu'à isoler à nouveau l'encoche et à refaire la bobine carbonisée, ce qui nécessitera peut-être le démontage de plusieurs autres sections.

Pour ce qui concerne le non-réamorçage de l'excitatrice, il faut très probablement l'attribuer à 2 ou plusieurs lames du collecteur qui ont été mises en court-circuit par des particules de cuivre formant bavures, qui se sont produites pendant le moulage ; 2 lames réunies de cette façon suffisent à empêcher la machine de s'exciter ; il faudra donc vérifier le collecteur et gratter les isolants qui se trouvent entre les lames. Ce défaut peut aussi provenir simplement du mauvais portage des frotteurs en charbon et souvent, dans ce cas, une pression exercée un peu fortement sur les porte-balais pendant la marche suffit à provoquer l'amorçage. Si après ces essais, la machine refusait encore de s'exciter, il faudrait retourner les connecteurs des bornes des inducteurs, et si la machine est pourvue de pôles de commutation, il faudrait alors intervertir les câbles de connexions allant aux porte-balais, de façon à ce que les pôles auxiliaires ne se trouvent pas en opposition avec les pôles principaux.

B. CORCEVAY.

Nº 700 R. — Le rebobinage des bobines des transformateurs en question doit être refaite exactement dans le même sens que celui des bobines brûlées, sans quoi on pourrait, au montage, connecter les bobines en opposition.

Si ces transformateurs sont, comme il est à supposer, à refroidissement dans l'huile, il ne faut mettre aucun vernis sur les fils des bobines. B. C.

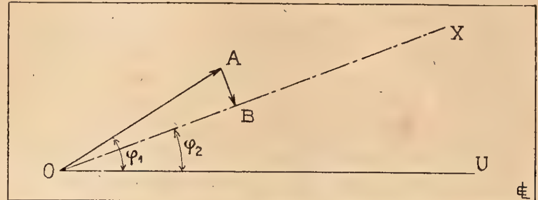
Nº 704 R. — Pour alimenter une puissance aussi importante, une soupape ne peut convenir, il faudrait installer une commutatrice ou un redresseur de courant, et dans ce cas, il est bien préférable et bien plus *économique* de remplacer ces 2 moteurs par 2 autres triphasés, qui du reste, seraient en partie payés par la vente de ceux à courant continu.

Nº 705 R. — Voyez *Bobinage des machines électriques*, par Curchod.

Nº 707 R. — Voyez *Le chauffage électrique*, par Boileau.

Nº 712 R. — L'emploi du fil de fer à la place du cuivre pour la construction de lignes électriques n'est pas avantageux comme on pourrait le croire, sauf dans certains cas où l'on veut compenser une perte de charge par rapport à une autre canalisation, car autrement, comme le fil de fer galvanisé du commerce est environ 9 à 10 fois plus résistant que le cuivre électrolytique, et dans votre cas, il faudrait que la ligne pour avoir la même perte de charge qu'avec le cuivre, soit faite en 25 mm., 2 de section, et comme le fil de cuivre ne vaut qu'environ 3 fois plus que le fer, il n'y aurait pas avantage ; au contraire, en admettant que cette ligne, pour avoir la solidité nécessaire, soit faite en fil de 30/10 (7 m² de s.) et dans ce cas, il faudrait encore admettre un peu plus de supports pour supporter le câble de 25 millimètres au lieu du fil de 30/10, il y aurait donc plutôt désavantage, comme il est facile de s'en rendre compte.

B. CORCEVAY.



Nº 713 R. Il suffit de réaliser la construction ci-jointe : OA = courant du réseau décalé de φ_1 sur la tension U. OX, droite faisant, avec l'axe des tensions, un angle ; φ_2 AB perpendiculaire à OX donne à l'échelle des ampères, le courant minimum que devra fournir le moteur synchrone en surexitation pour ramener le décalage de φ_1 à φ_2. Connaissant la tension d'alimentation du moteur, on en déduit aisément sa puissance. R. FL.

Nº 716 R. — Voyez *Traité des machines dynamo-électriques*, par Thomson-Boistel (1911) ou *Machines électriques*, par Mauduit (1922).

Nº 734 R. — Votre question manque de précision. Vous trouverez ces rapports dans tous les traités et formulaires.

Nº 734 R. — Dans les condensateurs, les diélectriques solides et liquides sont le siège d'une dissipation d'énergie par échauffement qui est à peu près proportionnelle à la fréquence. Aussi les diélectriques convenables pour les fréquences industrielles ne conviennent-ils plus aux fréquences usitées en T. S. F. (500.000 périodes et plus). On emploie quelquefois le mica qui est un des meilleurs à ce point de vue. Le pétrole et la plupart des liquides absorbent une puissance au moins 10 fois plus grande que le mica. La glycérine absorbe la vapeur d'eau contenue dans l'atmosphère et ne peut servir pratiquement d'isolant. Sous les réserves citées plus haut, on peut construire des transformateurs variables immergés dans une huile à transformateur soigneusement desséchée ; leur capacité sera 2 à 4 fois plus grande que dans l'air.

Les variations observées par le questionneur ne proviennent pas de l'air mais des cales ou rondelles qui maintiennent les plaques. Sous l'influence de la chaleur et de l'humidité, la résistance d'isolement de ces cales varie ; de plus, les mêmes causes peuvent faire varier légèrement leur épaisseur d'où variation de capacité.

L. BESCOND.

Nº 740 R. — M. Bardellas à Xarquedas. — Vous pourrez vous rendre compte en vous reportant à la note p. 397, qu'une machine tétrapolaire ordinaire doit être transformée pour pouvoir être utilisée en génératrice avec 3 balais En particulier, l'enroulement de l'induit doit être identique à celui d'une machine bi-polaire, ce qui n'est certainement pas le cas de l'enroulement du moteur dont vous disposez. De plus l'inducteur fonctionne en dérivation, suivant un montage un peu spécial, tel qu'il est figuré dans mon ouvrage. A. CURCHOD.

Le Gérant : L. DE SOYE

PARIS. — L. DE SOYE, IMPRIMEUR, 18, RUE DES FOSSÉS-S.-JACQUES, Ve.
Téléph. 806-44

L'ÉLECTRICIEN

Rédacteur en chef : L.-D. FOURCAULT

T. S. F.

Le centre radio-électrique de Sainte-Assise.

En outre de son titre de poste le plus puissant du monde, la station de T. S. F. de Sainte-Assise présente de nombreuses particularités techniques qui intéresseront tous les électriciens, notamment les dispositifs automatiques de transmission des messages, la commande à distance des groupes d'alternateurs, etc...

I. — GÉNÉRALITÉS.

Situé sur les rives de la Seine entre Corbeil et Melun, à plus de 40 kilomètres de Paris, le centre radio-électrique de Sainte-Assise est destiné à assurer la liaison par télégraphie sans fil d'une grande partie de l'Europe occidentale et centrale, avec les autres continents : Amérique du Nord et Amérique du Sud, Extrême-Orient, etc...

Ce centre radioélectrique (fig. 1 et 2) est pourvu du matériel d'émission et de réception le plus moderne. Les machines utilisées comme génératrices spour les communications à longue distance sont des alternateurs à haute fréquence, dont la supériorité sur les autres générateurs est universellement reconnue, surtout lorsqu'il s'agit de stations à grande portée. D'autre part, pour les communications à distance réduite, dans un rayon de 1.000 kilomètres environ, le centre possède un poste radioélectrique à lampes de faible puissance.

Les alternateurs à haute fréquence ont été construits par la Société française radioélectrique. Ces machines sont assez analogues aux alternateurs industriels pour basse et pour moyenne fréquence, avec cette particularité que le rotor est dépourvu d'enroulement. Le générateur à haute fréquence est entraîné par un moteur à courant continu; le groupe tourne à une vitesse variable qui peut atteindre 3.000 tours par minute. Ces alternateurs peuvent être construits pour toutes puissances jusqu'à 500 kilowatts de puissance unitaire (Sainte-Assise et certaines stations du réseau intercolonial français).

La manipulation est effectuée par la mise en court-circuit de la machine; on ne consomme ainsi, dans l'intervalle des signaux, qu'une énergie réduite. Ce procédé de manipulation présente deux avantages : d'une part, il n'existe pas d'onde de compensation comme dans les postes à arc, et d'autre part toute l'énergie utilisable est absorbée par l'onde de travail.

Le changement de la longueur d'onde de travail s'effectue par la variation de la vitesse de l'alternateur; celle-ci est maintenue constante à moins de 1 millième près.

A ces avantages s'ajoute encore la possibilité de coupler électriquement en parallèle plusieurs alternateurs à haute fréquence; ce procédé permet d'opérer l'addition arithmétique des puissances débitées séparément par les alternateurs et de faire

ainsi varier à volonté la puissance rayonnée pa- l'antenne, suivant que les circonstances météorologique ou climatériques sont plus ou moins favorables à la transmission, ou bien suivant l'éloignement du correspondant.

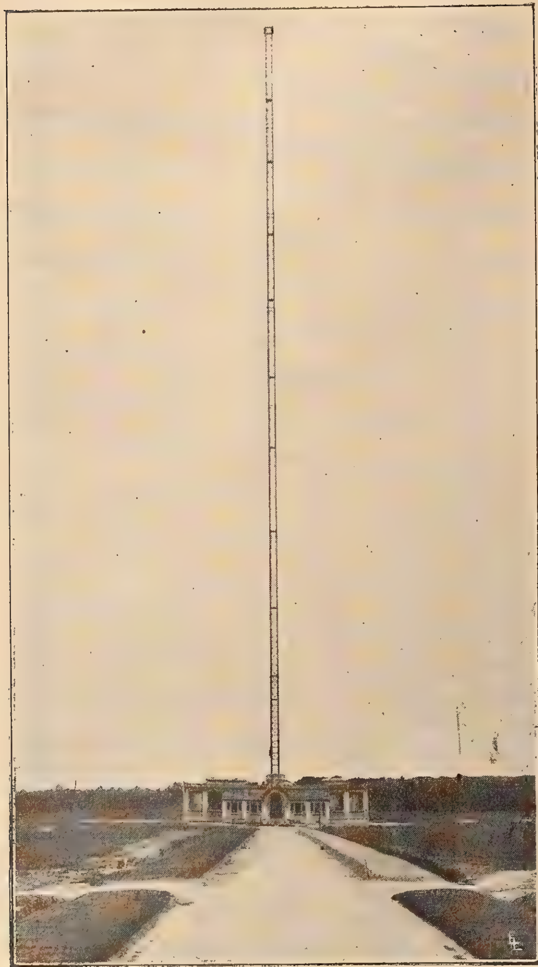


Fig. 1. — Station continentale et son pylône de 250 m.

Enfin, il est encore possible dans une même station de réaliser simultanément plusieurs émissions distinctes en utilisant pour chacune d'elles un alternateur différent : c'est le procédé appelé « multiplex » qui permet d'augmenter considérablement le débit de la station.

Le centre d'émission de Sainte-Assise comprend une station transcontinentale dont la puissance rayonnée pourra varier entre 100 et 1.000 kilowatts et une station continentale dont la puissance rayonnée pourra atteindre 100 kilowatts. Un poste à lampes de 2 kilowatts assure la liaison Paris-Londres.

Le centre de réception est installé à Villecresnes; il comprend, outre le bâtiment central, six bâtiments séparés affectés à la réception sélective et antiparasite sur cadre mobile.

Le Bureau central est situé à Paris, près de la Bourse. Les centres d'émission et de réception sont reliés par plusieurs lignes spécialement équipées au Bureau central radioélectrique qui centralise toutes les opérations de manipulation et d'enregistrement. C'est à ce bureau que sont déposés ou que parviennent les télégrammes à transmettre; au moyen de lignes directes et de relais qui commandent les appareils d'émission des stations, ces messages sont expédiés radioélectriquement du Bureau central lui-même.

II. — LE POSTE ÉMETTEUR A LAMPES.

Pour les communications à faible distance on utilise deux postes à lampes, dont un de réserve (fig. 2). Chacun d'eux peut être réglé sur une gamme de longueurs d'onde qui s'étend de 2.000 à 6.000 mètres et permet de débiter dans une antenne normale une puissance de 2 kilowatts. Le poste est alimenté en courant alternatif par un groupe moteur-générateur; quatre lampes valves redressent ce courant qui est ensuite transmis aux circuits d'anode des quatre lampes oscillatrices; ces lampes débitent dans l'antenne l'énergie de haute fréquence.

La manipulation s'opère soit directement, soit par l'intermédiaire d'un relais spécial et a pour effet d'établir ou de supprimer entièrement l'énergie rayonnée par l'antenne; la présence du relais permet la manipulation à grande distance et à grande vitesse.

Ce poste à lampes peut également servir à l'émission radiotéléphonique. Les ondes entretenues, au lieu d'être fractionnées en trains d'ondes par la manipulation, sont modulées par la voix au moyen d'un microphone, puis amplifiées avant d'être rayonnées par l'antenne. La portée des émissions de ce poste dépasse un million de kilomètres.

Les dispositifs de manipulation utilisés permettent d'atteindre normalement une vitesse de manipulation de 120 mots par minute.

L'antenne de cette station est supportée par un pylône haubané de 100 mètres de hauteur; l'antenne est constituée par 3 prismes de 6 fils de 120 mètres de longueur chacun. L'un de ces prismes sert d'entrée de poste.

La longueur d'onde propre approximative de cette antenne est de 1.300 mètres et sa capacité de 3/1.000 *mfd.*

La prise de terre est formée de trois parties indépendantes :

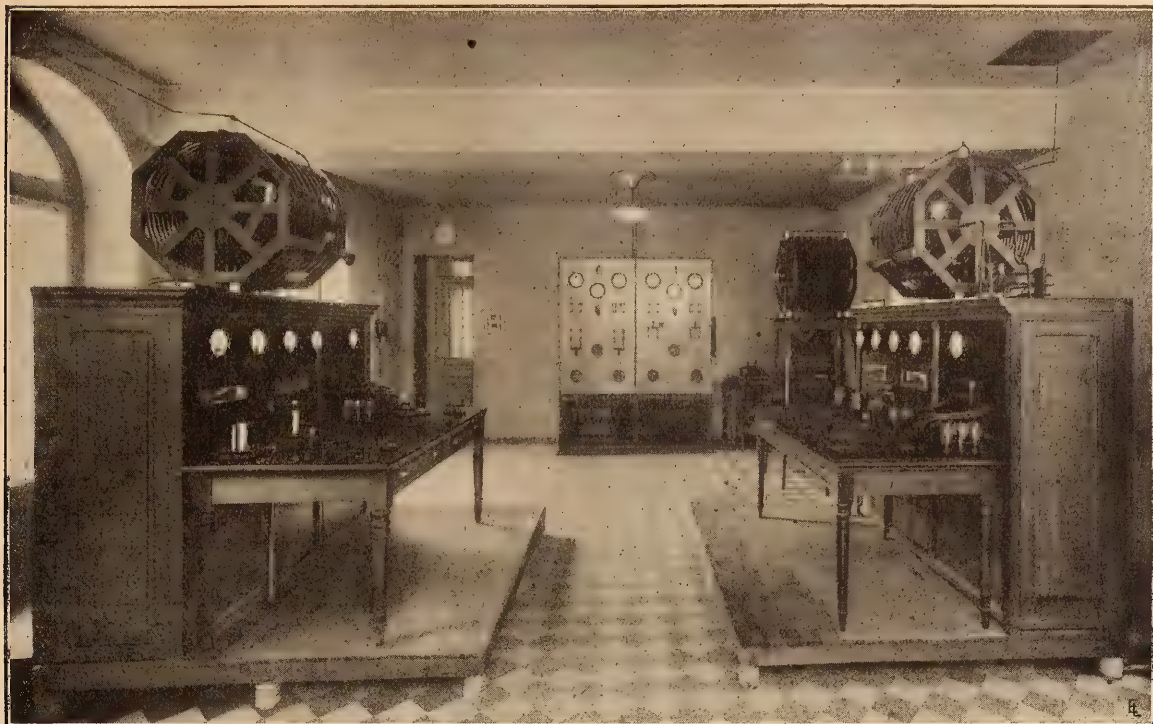


Fig. 2 — Vue intérieure du poste émetteur à lampes.

1° Une plaque de zinc de 300 mètres enfouie dans le sol au voisinage du poste et dont une ramification descend dans un puits voisin.

2° Un réseau de fils enterrés, situé au-dessous du prisme d'entrée de poste ;

3° Un réseau de fils enterrés, situé au-dessous de deux autres prismes

Au total : 7.200 mètres de fils de cuivre de 3 millimètres de diamètre.

Ces trois parties de la prise de terre sont reliées indépendamment au poste par l'intermédiaire de dispositifs qui assurent entre elles la répartition la plus rationnelle des courants.

III. — STATION CONTINENTALE.

Cette station est susceptible de rayonner une puissance de 100 kilowatts. Elle a pour objet de relier la France aux autres pays européens, au nord de l'Afrique et au proche Orient.

Elle permet d'effectuer, avec 4 *groupes à haute fréquence de 25 kilowatts-antenne*, soit une seule transmission avec une puissance rayonnée entre 12 et 100 kilowatts, soit deux transmissions simultanées avec une puissance unitaire rayonnée comprise entre 12 et 50 kilowatts.

Alimentation.

L'énergie nécessaire à l'alimentation des groupes à haute fréquence est fournie par un secteur électrique de la région parisienne sous forme de courant triphasé 50 périodes à la tension de 14.500 volts.

Un groupe de transofrmateurs statiques et de convertisseurs tournants abaisse et transforme le courant du secteur, en courant continu à 220 volts nécessaire à l'alimentation des groupes à haute fréquence.

La station continentale possède, en outre, une centrale de secours qui comprend deux moteurs Diesel de 180 HP, chacun entraînant par courroie à une vitesse de 150 tours-minute, deux génératrices à courant continu capables de fournir chacune en marche continue 500 ampères sous 220 volts.

L'alimentation des services auxiliaires est assurée par un groupe convertisseur de 10 kilowatts fournissant le courant nécessaire à la charge d'une batterie d'accumulateurs de 110 volts, 500 ampères-heure.

Groupes à haute fréquence.

Les groupes à haute fréquence de 25 kilowatts comprennent chacun :

Un moteur shunt à courant continu alimenté sous 220 volts, de 60 HP de puissance sur l'arbre qui entraîne directement :

Un alternateur à haute fréquence système S. F. R. du type homopolaire à fer tournant.



Fig. 3. — Vue intérieure de la station continentale (salle des alternateurs de 25 KW-antenne).

Cet alternateur comprend un rotor en acier spécial portant à sa périphérie des plaques de tôle feuilletées, retenues au rotor par un assemblage en queue d'aronde.

Le stator porte une bobine inductrice et un enroulement induit, constitué par deux sections montées en parallèle, dans lequel circule le courant à haute fréquence.

Les caractéristiques de l'alternateur à haute fréquence sont les suivantes :

Fréquence normale 32.400 périodes par seconde à 6.000 tours par minute.

Excitation sous 220 volts.

Tension normale à vide : 165 volts eff.

Intensité normale : 150 ampères eff.

La vitesse de ces groupes est rendue constante par un régulateur de vitesse, système Thury, qui agit sur l'excitation du moteur et limite les variations de vitesse à 1/1000.

Émission.

Chaque alternateur à haute fréquence débite dans le primaire d'un transformateur sans fer. Les secondaires des quatre transformateurs peuvent être reliés d'une part à l'antenne, par l'intermédiaire d'une self d'antenne, et d'autre part au contrepoids ou à la terre.

On peut faire varier de 8.600 et 11.000 mètres la longueur d'onde utilisée en agissant sur la vitesse de l'alternateur à haute fréquence. Cette vitesse peut en effet varier de 5.000 à 6.500 tours-minute.

Appareils de commande et de contrôle.

Toutes les manœuvres relatives au démarrage, au réglage, au couplage et à la manipulation peuvent être effectuées d'un pupitre de manœuvre où sont groupés tous les appareils de contrôle et de commande.

Les organes de manipulation sont groupés sur une table de telle façon qu'il soit possible de disposer, en tout temps, pour une émission, des dispositifs de manipulation qui lui sont nécessaires.

La manipulation, dont la vitesse peut atteindre normalement 120 mots par minute, est effectuée par un groupe de relais, pouvant être commandés à distance.

Antenne de la station.

L'antenne de la station est soutenue par *un pylône haubané système S. F. R. mesurant* 250 *mètres de hauteur* depuis le niveau supérieur du massif de base au niveau du point d'attache des brins d'antenne.

Ce pylône de section carrée constante de deux mètres de côté, repose directement sur le béton du massif de base et est relié à la prise de terre générale.

Ses contreventements disposés tous les huit mètres sont destinés à éviter la déformation de la section.

Le pylône est calculé pour résister à une traction horizontale au sommet de 10 tonnes, à une charge verticale de 16 tonnes, et à un vent de tempête correspondant à une pression de 250 kilogs par mètre carré.

Il est haubané par 7 couronnes de chacune 4 haubans, dont les massifs d'ancrage sont respectivement à 45 mètres, 90 mètres et 125 mètres de l'axe du pylône.

Les couronnes de haubans sont isolées du sol seulement. Les isolateurs utilisés ne travaillent qu'à la compression et leurs attaches sont disposées de manière que la rupture accidentelle de l'un d'eux ne compromette pas la solidité de l'installation.

Un treuil établi pour une force de 4.000 kilos et placé à la base du pylône permet la manœuvre des nappes d'antenne par l'intermédiaire de poulies.

L'antenne utilisée forme un parapluie en deux nappes de 9 brins couvrant chacun un secteur de 180 degrés.

Sa longueur d'onde propre est de 4.000 mètres environ, et sa capacité de 1,5/100 mfd.

Chaque nappe comporte une descente qui aboutit à une sortie distincte d'antenne.

Les brins d'antenne sont isolés du câble de retenue par deux bâtons de porcelaine, prévus pour une tension de 150.000 volts.

La station utilise un *contrepoids ou une terre.*

Le *contrepoids,* complètement isolé du sol est supporté d'une part par le pylône lui-même, d'autre part par des potelets en bois de 6 mètres, placés suivant deux circonférences concentriques ayant respectivement 135 mètres et 275 mètres de rayon. Les brins rayonnants du contrepoids sont au nombre de 72 entre le pylône et la première circonférence et au nombre de 144 entre celle-ci et la deuxième circonférence.

Le contrepoids est divisé électriquement en deux éventails, reliés séparément à la station par des fils aériens isolés.

La terre est constituée par 36 fils de cuivre rouge enfouis à environ 20 centimètres de profondeur. Ces fils couvrent un cercle d'environ 700 mètres de diamètre et sont répartis en quatre faisceaux de 9 fils reliés séparément à la station par un caniveau et isolés.



Fig. 4. — Station transcontinentale.

IV — STATION TRANSCONTINENTALE.

La station transcontinentale qui est à peu près achevée, assurera les communications avec l'Amérique du Nord (Canada, Etats-Unis), l'Amérique du Sud (Brésil, Argentine), l'Afrique du Sud (Le Cap), les Indes et l'Extrême-Orient (Chine, Japon).

Le courant triphasé arrive du secteur Sud-Lumière sous 14.500 volts. La cabine de transformation comprend :

2 transformateurs de 80 kilovolts-ampères,

***

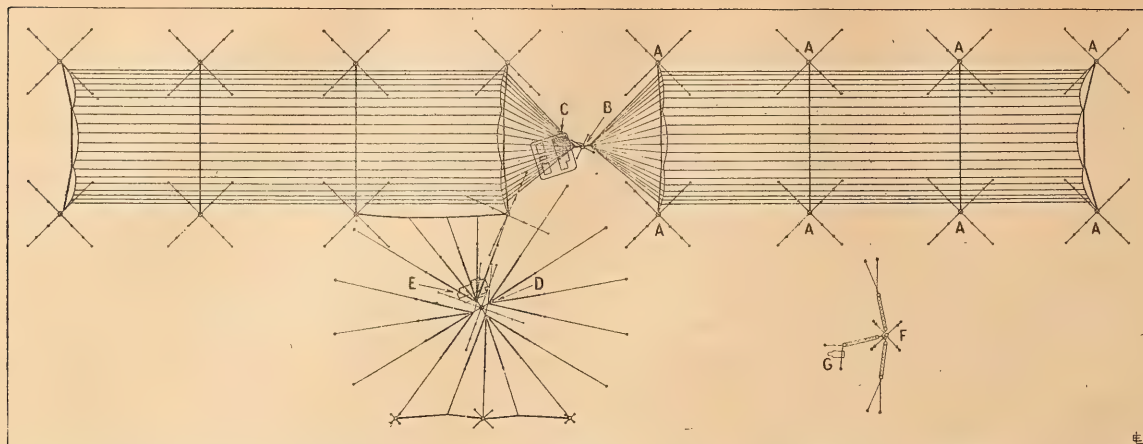


Fig. 5.

Station transcontinentale. — A. Pylône haubané de 250 mètres. — B. Pylône haubané de 50 mètres pour retenue des descentes d'antenne. — C. Bâtiment d'émission.
Station continentale. — D. Pylône haubané de 250 mètres. — E. Bâtiment d'émission.
Station annexe. — F. Pylône haubané de 100 mètres. — G. Bâtiment d'émission.

14.500/200 volts, 2 transformateurs de 1.300 kilovolts-ampère, 14.500/3.000 volts, 1 transformateur de 25 kilovolts-ampère, 14.500/200 volts.

Les groupes haute fréquence sont alimentés en courant continu sous 500 volts. Deux groupes convertisseurs synchrones débitent sur barres omnibus, sur lesquelles viennent se brancher les moteurs des groupes haute fréquence.

Le courant à haute fréquence est produit par deux groupes de 250 kilowatts-antenne et deux groupes de 500 kilowatts-antenne.

Le moteur du groupe de 250 kilowatts est un moteur de 610 HP à excitation séparée sous 110 volts.

Les caractéristiques de l'alternateur de 250 kilowatts sont les suivantes :

Puissance dans l'antenne	250 kilowatts.
Tension à vide........	310 volts.
Courant normal........	90 ampères.
Nombre de périodes....	20.400 pér.-seconde.
Vitesse...............	3.000 tours-minute.

Le groupe de 500 kilowatts se compose de deux moteurs à courant continu 500 volts manchonnés de chaque côté de l'alternateur à haute fréquence.

Les moteurs sont identiques à ceux des groupes de 250 kilowatts.

Les caractéristiques des alternateurs sont les suivantes :

Puissance dans l'antenne	500 kilowatts.
Tension à vide.........	310 volts.
Nombre de périodes....	15.000 pér.-seconde.
Vitesse...............	2.500 tours-minute.

La centrale de secours comprend quatre groupes : deux groupes de 1.500 HP et deux groupes de 90 HP. Chaque groupe de 1500 HP comporte un moteur Diesel auquel est accouplée en bout d'arbre une génératrice de 900 kilowatts. L'un des moteurs a été fourni par la Compagnie de constructions mécaniques (Sulzer) et l'autre par la Société de la Chaléassière. Ce sont des moteurs à deux temps et quatre cylindres. Les groupes de 90 HP comprennent chacun un moteur Diesel Sulzer de 90 HP auquel est accouplée une génératrice de 60 kilowatts en bout d'arbre. Le moteur est à quatre temps et deux cylindres.

Une batterie d'accumulateurs de 460 ampères-heure sert pour les commandes à distance des divers appareils automatiques, l'alimentation des moteurs Diesel et quelques petits services auxiliaires. Un groupe convertisseur spécial alimente la batterie.

Appareils de commande et de contrôle.

Deux pupitres métalliques, l'un pour les groupes de 250 kilowatts, l'autre pour les groupes de 500 kilowatts comportent les appareils de commande, de contrôle et de réglage des groupes ainsi que les commandes pour leur démarrage automatique à distance, leur freinage, le contrôle et le réglage de l'alimentation et, en général, toutes les manœuvres qui, sans cette disposition, nécessiteraient le va-et-vient d'un nombreux personnel.

Un ensemble de tables spéciales, dites tables de manipulation, supportent les organes principaux et auxiliaires de manipulation. Sous ces tables dé-

bouche une tuyauterie spéciale amenant, sous pression, de l'air destiné au soufflage des étincelles de rupture pouvant se produire entre les contacts des relais. La vitesse *normale* de manipulation peut atteindre 100 *mots par minute.*

Antenne.

L'antenne de cette station est supportée par 16 *pylones métalliques haubannés,* à section constante de 2 mètres de côté et mesurant 250 mètres de hauteur depuis le niveau supérieur du massif de base jusqu'au niveau du point d'attache des brins d'antenne. Les pylônes de cette station sont identiques à celui de la station continentale précédemment décrite.

L'antenne est constituée par deux demi-nappes en L; la longueur totale de la nappe est de 2.800 mètres, la distance entre pylônes dans le sens transversal est de 400 mètres; chaque demi-nappe est composée de 18 fils de 4 millimètres de diamètre et de 2 fils de 7 millimètres de diamètre.

Les fils les plus rapprochés des pylônes en sont à 24 mètres, les distances entre fils vont en croissant jusqu'au milieu de la nappe et sont respectivement de 10, 12, 14, 16, 18, 20, 22, 24, 26 et 28 mètres; ces fils sont suspendus entre les pylônes par des traversiers principaux en câble d'acier de 18 millimètres de diamètre joignant les pylônes deux à deux dans le sens transversal.

Les traversiers principaux supportent chacun deux traversiers secondaires également en câble d'acier de 14 millimètres de diamètre, isolés des traversiers principaux aux quatre points d'attache.

Les demi-nappes ainsi constituées peuvent être utilisées séparément dans le travail en duplex ou être couplées pour une émission unique.



Fig. 6. — Bureau central de Paris. Salle de trafic.

Chacune des deux antennes comporte une descente composée de 20 fils aboutissant à un collecteur d'antenne relié à l'entrée de poste correspondante. Les descentes des deux antennes sont retenues par un pylône haubanné de 50 mètres.

Terre.

La *Terre,* sous l'antenne, est formée par un réseau de fils de cuivre de 1 m m., 5 espacés de 10 mètres et disposés perpendiculairement à la nappe; ces fils sont réunis par deux bandes de cuivre disposées dans le sens de la nappe sur toute la longueur.

Un réseau constitué par 16 feeders aériens, isolés, supportés par les haubans mêmes des pylônes, sous

la nappe, puis par 4 pylônes métalliques haubannés de 7 mètres de hauteur et par le pylône de 50 mètres au voisinage du bâtiment d'émisison, permet de répartir le courant dans le sol.

Les feeders ainsi constitués sont équilibrés au moyen de capacités.

V. — LE CENTRE DE RÉCEPTION DE VILLECRESNES.

Ce centre comporte un bâtiment central et six stations réceptrices munies d'appareils permettant, grâce à leur pouvoir sélectif et à leur haute sensibiilté, de recevoir sans crainte de brouillages, les postes les plus éloignés.

Parmi ces six stations, deux sont affectées aux communications européennes, et trois aux communications avec l'Amérique du Nord, l'Amérique du Sud, l'Extrême-Orient. La sixième constitue une station d'essais et d'entraînement pour le personnel.



Fig. 7. — Centre de réception de Villecresnes.

Les appareils composant chaque station sont abrités par des bâtiments à un étage, distants les uns des autres d'une centaine de mètres.

Appareils récepteurs.

A l'intérieur de chacun des six bâtiments est installé un cadre orientable surmontant une cabine où sont disposés les appareils récepteurs proprement dits.

Un dispositif de sectionnement permet de n'utiliser qu'une partie de l'enroulement du cadre pour la réception des ondes de longueurs comprises entre 2.500 et 8.000 mètres, ou sa totalité pour les ondes supérieures à 8.000 mètres.

Le cadre est orientable à l'aide d'un volant. La direction des postes émetteurs est repérée par un index fixe devant lequel se déplace un tambour gradué solidaire du cadre.

Tous les autres appareils récepteurs sont enfermés dans une cabine en bois doublée intérieurement et extérieurement de feuilles de zinc.

Cette cabine formant cage de Faraday, a pour but de protéger les divers circuits récepteurs contre les actions électriques extérieures et de permettre aux appareils de fonctionner dans les meilleures conditions, en fournissant leur rendement maximum.

Le cadre agit sur les appareils récepteurs au moyen d'un transformateur de couplage, dont le point milieu de l'enroulement primaire est relié à la terre pour réaliser l'équilibre électrique du cadre.

L'accord des circuits primaires et secondaires est obtenu par un ensemble de condensateurs variables.

Les oscillations sont amplifiées et détectées par un amplificateur spécial à résonance, puis agissent sur un système différentiel qui donne aux signaux utiles une amplitude prédominante par rapport aux oscillations parasites.

Une *hétérodyne* placée au voisinage du transformateur de couplage permet la réception des ondes entretenues.

Inscriptions des signaux.

Pour pouvoir actionner les appareils enregistreurs, les courants à fréquence musicale provenant du système différentiel sont, au préalable, transformés en courants télégraphiques continus au moyen d'un *redresseur* à lampes.

Divers organes accessoires et de contrôle (relais, galvanomètres, permutateurs, etc...) permettent enfin de suivre à tout moment la réception des signaux et de s'assurer du bon fonctionnement des appareils.

VI. — LE BUREAU CENTRAL RADIO-ÉLECTRIQUE DE PARIS.

Les centres d'émission et de réception sont complétés par le Bureau central radioélectrique, qui est situé au centre de Paris, en plein quartier des affaires. C'est à ce bureau que sont déposés ou que parviennent les télégrammes à transmettre; au moyen de lignes directes et de relais qui commandent les appareils d'émission des stations, ces messages sont expédiés radioélectriquement du Bureau central lui-même.

Appareils de commande de la transmission.

La transmission des signaux est faite par l'intermédiaire de transmetteurs automatiques utilisant des bandes perforées. La vitesse de transmission peut atteindre 200 mots par minute.

Enregistrement des signaux.

On utilise, soit des appareils d'enregistrement par inscription ondulée, soit des appareils imprimeurs, soit enfin des appareils d'enregistrement photographique.

CONCLUSION

On voit d'après ce rapide exposé l'importance du centre radioélectrique de Sainte-Assise. Alors que jusqu'à ces dernières années, toutes les communications mondiales à grande distance étaient obligatoirement acheminées par les réseaux de câbles télégraphiques sous marins, les perfectionnements importants réalisés en télégraphie sans fil ont fait de ce dernier procédé l'instrument par excellence des communications internationales. Grâce au grand centre de Sainte-Assise, notre pays acquiert une autonomie qu'il n'avait jamais eue sous le rapport des communications, puisqu'il sera ainsi doté d'un réseau national de télégraphie sans fil.

G. MALGORN.

DISTRIBUTIONS D'ÉNERGIE

Moyens d'améliorer le facteur de puissance.

Depuis l'emploi des moteurs d'induction ou asynchrone pratiquement les seuls utilisés sur les réseaux européens de distribution d'énergie à courants polyphasés, la question du facteur de puissance est devenue à juste titre celle qui préoccupe le plus les exploitants.

Le moteur asynchrone peut être caractérisé par le fait qu'il emprunte au réseau, outre le *courant watté* qui seul correspond au travail mécanique fourni sur son arbre, le courant nécessaire à son excitation. Ce dernier est le *courant déwatté ou magnétisant* qui ne produit aucun travail utile.

Une telle conception amène également à considérer le courant *résultant* qui est la composante géométrique des deux courants watté et déwatté. Soit OA le courant watté en phase avec la tension OB, AC le courant déwatté décalé en arrière de 90° sur la tension (fig. 1), le courant résultant

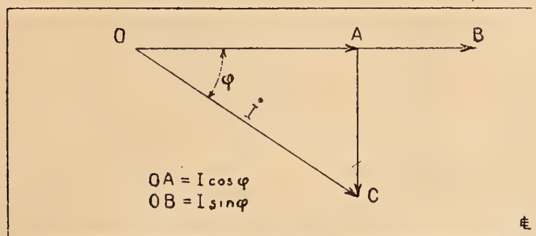


Fig. 1.

est représenté par OC et le décalage par le cosinus de l'angle AOC. On voit donc que de l'importance du courant déwatté AC dépend le décalage. En effet, plus AC sera grand, plus le cosinus sera faible et *vice versa*.

Ce courant déwatté magnétise le fer du moteur et, par suite, on admet qu'il lui fournit les différentes pertes dans les tôles (pertes par hystérésis et courants de Foucault), pertes proportionnelles à la fréquence, à la tension d'alimentation, à la valeur magnétique des tôles et aussi à leur volume, mais indépendantes de la puissance mécanique développée sur l'arbre. Au contraire, c'est le courant watté qui fournira au moteur les pertes par frottements mécaniques et ventilation (celles-ci pratiquement indépendantes de la charge) et aussi les pertes par effet Joule (RI^2) dans les enroulements qui, elles, croissent rapidement avec la valeur de la puissance mécanique demandée sur l'arbre du moteur.

Des considérations ci-dessus et en première approximation, il ressort qu'un type de moteur établi pour fonctionner sous fréquence et tension déterminée absorbera un courant dewatté (correspondant aux pertes dans le fer), très sensiblement constant entre la marche à vide (puissance mécanique fournie = 0) et sa marche à pleine charge (puissance fournie maxima). Il est donc établi que si l'excitation du moteur ne peut se faire sans qu'il existe un certain décalage entre le courant résultant I et la tension U, l'importance de ce décalage ira en diminuant lorsque I watté (OA) augmentera pour devenir la plus faible au voisinage de la pleine charge du moteur (cos φ marche à vide = 01, a 0,3 alors qu'à pleine charge cos. n = 0,8 a 0,88).

On voit donc qu'un moteur asynchrone de puissance appropriée aux machines qu'il doit entraîner travaillant constamment au voisinage de sa pleine charge aura donc non seulement un bon rendement mais un facteur de puissance relativement élevé, tandis qu'un moteur travaillant au-dessous de la pleine charge aura un rendement et un décalage médiocre. Si le rendement peut être considérable-

ment amélioré par la généralisation des commandes individuelles de laquelle il résulte une économie d'énergie pour l'industriel, on ne peut guère compter sur cette solution pour obtenir une amélioration de décalage (ou facteur de puissance), les petits moteurs exigeant en effet une proportion de courant magnétisant plus grande que les gros moteurs.

Le système de la commande individuelle des machines tant prôné ces dernières années et qui a reçu des industriels un accueil très favorable n'est donc pas sans avoir ses inconvénients au point de vue exploitation, sa généralisation conduit en effet dans le cas d'un grand nombre de petits moteurs à une mauvaise utilisation de la capacité des générateurs et aussi des lignes de distributions du fait d'un mauvais cos φ.

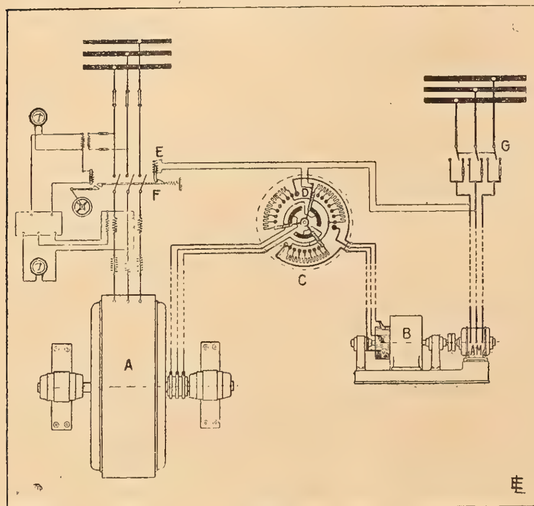


Fig. 2.

Devant ces raisons, les réseaux n'ont pas hésité à demander une nouvelle tarification de l'énergie basée non plus sur la seule énergie wattée U_{ef} I_{ef} cos φ (enregistrée par les compteurs), mais aussi sur l'importance de l'énergie réactive ou déwattée U_{ef} I_{ef} sin φ. Le rapport du Comité d'Electricité publié en novembre 1919 par les soins du Ministère des travaux publics se rallie à cette manière de voir et prévoit pour les cahiers des charges la tarification de l'énergie réactive.

Le problème ainsi posé au point de vue financier conduira donc les industriels à songer au relèvement de leur facteur de puissance.

Quels sont les moyens à employer pour obtenir ce résultat ? Nous ne citerons que les principaux qui ont reçu la sanction de la pratique.

1° *Appropriation des moteurs.*

Eviter le plus possible le fonctionnement à vide ou à faible charge des moteurs d'induction. Pour cela il faut proportionner le plus possible la puissance des moteurs à la puissance moyenne des machines qu'ils entraînent. Cette solution qui conduit à la commande individuelle est réalisable en théorie mais ne l'est pas toujours en pratique, car la puissance utile instantanée est souvent variable avec le genre de travail (tissages par exemple) et peut se modifier dans l'avenir.

Il devient donc nécessaire d'envisager d'autres moyens de correction à l'aide de dispositifs indépendants des installations proprement dites.

2° *Moteur synchrone surexcité.*

On prévoit un moteur synchrone surexcité tournant à vide. Cette solution employée en Amérique depuis de nombreuses années et sur une grande échelle conduit à des frais d'établissement et d'entretient importants et demeure tributaire des inconvénients inhérent à l'emploi des moteurs synchrones sur les grands réseaux (*Electricien* n° 1276, page 217).

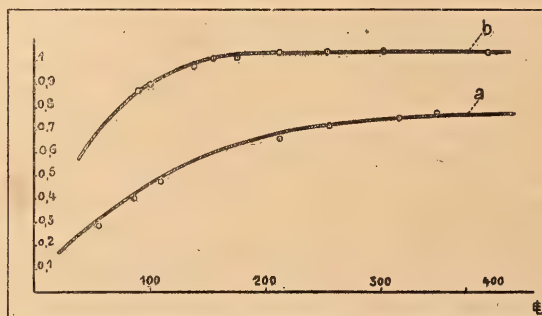


Fig. 3.

On conçoit qu'au lieu d'un moteur synchrone on peut employer une commutatrice surexcitée pour obtenir les mêmes résultats.

3° *Compensateur de phase système Brown-Boveri (Compagnie Electro-Mécanique).*

C'est une machine à collecteur polyphasée, connectée aux bagues d'un moteur d'induction. Le rotor est constitué per un enroulement en tambour dont les barres sont logées dans les encoches des tôles et reliés à un collecteur. Le stator est constitué par un simple anneau de fer entourant le rotor.

Si on envoie un courant polyphasé dans le rotor, par exemple celui du rotor du moteur principal (fig. 2) le dispositif se comporte à l'arrêt comme une bobine de self et produit une chute de réactance et un décalage en arrière du courant. Pour un courant donné cette chute de réactance ne dépend que de la fréquence (c'est-à-dire la vitesse avec laquelle le champ tournant du compensateur coupe l'enroulement). Si l'on réduit la vitesse relative du

champ et de l'enroulement en faisant tourner ce dernier dans le même sens que le champ, la réactance et par suite le décalage décroissent pour atteindre enfin au synchronisme la valeur zéro.

Si la vitesse dépasse celle du synchronisme, la réactance prend une valeur négative et le compensateur se comporte alors comme une capacité et décale le courant en avant. Si l'on considère que le courant amené au compensateur à une fréquence correspondant au glissement du moteur principal soit 1 à 3 périodes tandis que le nombre de tours du compensateur est choisi de telle façon que sa fréquence de rotation atteigne 30 à 50 périodes, il se produira alors un courant fortement décalé en avant. Ce courant servira de courant magnétisant au moteur d'induction qui n'empruntera au réseau que le courant watté. Par un dimensionnement convenable du compensateur, le moteur d'induction fournira au réseau du courant décalé en avant.

La commande du compensateur se fait, soit par accouplement direct (cas d'un moteur tournant suffisamment vite), soit par courroie montée sur l'arbre du moteur principal. Cette dernière solution permet de choisir la vitesse du compensateur.

La puissance absorbée par le compensateur est très faible (0 HP, 5 pour un moteur de 200 HP) et n'est employée qu'à vaincre les pertes par frottement.

Toute fausse manœuvre est empêchée par un verrouillage électrique empêchant le démarrage tant que le groupe compensateur ne tourne pas et tant que le démarreur n'est pas dans sa position de démarrage.

Le principal avantage du compensateur système Brown-Boveri réside dans sa grande simplicité de construction et sa sécurité de marche.

Un moteur asynchrone ainsi compensé conserve ses propriétés de marche (le glissement croît avec la charge ce qui empêche les oscillations pendulaires et par suite le décrochage). Le facteur de puissance est pratiquement égal à I pour toutes les charges et sans réglage (fig. 3). Dans le cas de gros moteurs ou du relevage du cosinus d'un réseau on munit le compensateur d'un enroulement de stator et la rotor comporte souvent deux collecteurs en raison des grandes intensités en jeu.

(*à suivre*).

A. Lafont et A. Garcin,
ingénieurs I. E. G.

LIGNES H. T.

Calcul des lignes par abaque à points alignés : Puissance, distance, tension.

Dans les projets de transport d'énergie électrique le plus souvent les deux premières données puissance et distance sont fixées.

On hésite souvent au commencement d'un projet sur la tension à adopter. Cette tension ne saurait être la racine d'une équation. Elle est liée à plusieurs conditions dont les principales sont : tension des réseaux à très haute ou à moyenne tension de la région, — tension « Standard » adoptée, — tension des postes de transformation qui existent déjà dans la région, etc.

Nous n'envisagerons pas la question des postes de transformation dont il faudra cependant tenir compte dans une étude générale.

En principe une fois les éléments distance et puissance fixés, il faudra rechercher une judicieuse répartition de la puissance totale sur différents circuits.

Les lignes de transport d'énergie proprement dites pourront être à circuits simples ou doubles sur les mêmes appuis ou composés de deux ou plusieurs circuits sur appuis différents.

Tout dépend du coefficient de sécurité demandé.

Une fois la puissance à transporter par circuit simple obtenue, il restera à fixer le choix de la tension.

Cette tension ne saurait être trop basse, elle conduirait à des conducteurs à trop forte section et le prix de l'installation, appuis, massifs et métal des conducteurs serait exagéré.

De même cette tension ne saurait être trop élevée car alors elle conduirait à des conducteurs de section trop faible, qui serait au-dessous des limites admises par les prescriptions administratives actuellement en vigueur, ou bien pourraient être prohibitifs en raison des pertes trop élevées par effet corona.

Il est cependant intéressant de connaître l'ordre

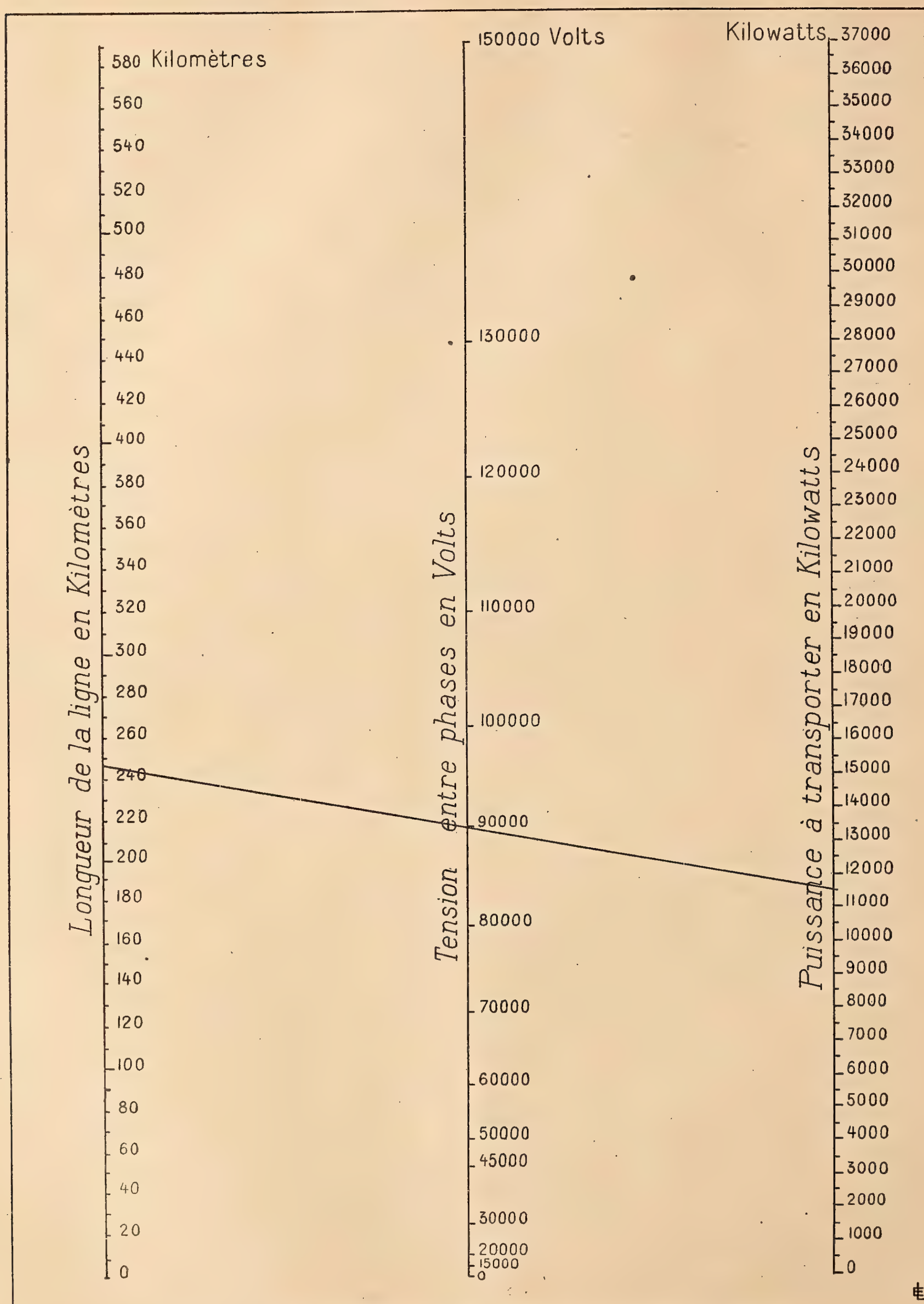


Fig. 1. — Abaque : puissance, distance, tension, avec exemple d'application.

de grandeur de la tension du transport projeté, tension qui mènerait à des sections et à un nombre de conducteurs compatibles avec une exécution rationnelle.

Une formule empirique a été donnée par Alfred Still (1). Si, dans un transport d'énergie dans le système triphasé (3 fils), nous appelons :

E, la tension entre les conducteurs;

P, la puissance transportée en kilowatts;

X, la longueur de la ligne, ou distance du transport (entre la station génératrice et la station réceptrice) en kilomètres.

La formule empirique reliant ces trois quantités serait :

$$E = 5,5 \sqrt{\frac{X}{1,609} + \frac{P}{100}}$$

Les résultats donnés par cette formule sont très voisins de la réalité et les exemples de transports d'énergie les plus connus ont des caractéristiques qui satisfont à la relation proposée.

Pour faciliter le calcul et le rendre rapide et pratique, nous avons mis cette relation sous la forme d'un abaque à points alignés ou nomogramme (2).

Cet abaque comporte trois droites, supports, graduées (fig. 1).

Le support de droite se rapporte à la puissance à transmettre Il est gradué en kilowatts.

Le support du milieu est gradué en volts. On a mentionné à dessein les tensions « Standards » et non toute l'échelle des tensions.

Le support de gauche est gradué en kilomètres.

Emploi de l'abaque :

Les trois valeurs P, E et X qui satisfont à la relation proposée se trouvent placées sur une ligne droite.

Ainsi, pour transporter 11.500 kilowatts à 245 kilomètres, la tension à adopter serait : 90.000 volts.

Nous pourrions citer comme exemples de transports d'énergie, réalisés aux Etats-Unis et dont les trois caractéristiques : puissance, distance, tension satisfont approximativement à la relation ci-dessus énoncée, les deux lignes à Haute Tension suivantes :

LIGNE HT DE LA LEHIG VALLEY LIGHT AND POWER C°

Puissance à transporter....	30.000 kws
Puissance par circuit......	15.000 kws
Tension entre phases......	110.000 volts
Distance..................	210 km

L'abaque donnerait un point pour la tension compris entre 110.000 et 120.000 volts.

(1) Alfred Still. *Electric Power Transmission*, édité chez Mc Graw-Hill.

(2) Un abaque en coordonnées cartésiennes a été proposé par M. Lavanchy « Conférence internationale des grands réseaux. »

LIGNE HT DE LA CAROLINA POWER AND LIGT C°

Puissance à transporter...	32.000 kws
Puissance par circuit......	16.000 kws
Tension entre phases......	100.000 volts
Distance.................	280 km

L'abaque donnerait un point pour la tension situé un peu au-dessus de 110.000 volts.

Quand la droite joignant la puissance à la distance ne passe pas par une tension « Standard », on prendra la tension la plus rapprochée en plus ou. en moins.

R. VALENSI,
Ingénieur E. S. E.
C[ie] générale d'Entreprises électriques

L'Exposition-Concours de T. S. F. au concours Lépine.

L'exposition annuelle d'inventions, connue sous le nom de « Concours Lépine » a, cette année, rehaussé considérablement son intérêt en s'adjoignant une section de T. S. F. qui attire un nombreux public. L'installation, au Champ de Mars, dans le grand hall métallique qu'occupait la section Electricité à la dernière Foire de Paris, donne, d'ailleurs, toute l'aisance utile au succès d'une telle exposition.

L'exposition se double d'un concours qui en relève considérablement l'intérêt technique. Cent dix exposants, — des constructeurs pour la plupart, — ont répondu à l'appel des organisateurs du concours Lépine, de la Chambre syndicale de la T. S. F., de la Société des Amis de la T. S. F., du Radio Club, etc. Un jury composé de : MM. Pérot, professeur à l'Ecole polytechnique, président; Metz, chef du service des grands postes de télégraphie militaire; Mesny, professeur d'hydrographie; Jouaust, professeur à l'Ecole supérieure d'électricité; commandant Noël, officier de marine; commandant Lagorio, officier de marine; Veaux, ingénieur des postes et télégraphes; Clavier, ingénieur-professeur à la télégraphie militaire; Lecroar, ingénieur au poste militaire de la Tour Eiffel; Roussel, secrétaire général de la Société d'études de télégraphie et de téléphonie sans fil; docteur Corret, membre du comité des Amis de la T. S. F.; Givelet, vice-président du Radio-Club, etc., examinera les appareils. Il les fera concourir entre eux et décidera s'ils répondent bien aux divers besoins pour lesquels ils sont faits. Il indiquera ensuite ceux qui donnent les meilleurs résultats.

Une salle, spécialement aménagée pour des conférences, est, en outre, à la disposition des exposants qui désirent faire des démonstrations publiques. La Tour Eiffel elle-même prête son concours en avançant, à 17 heures, l'heure de son radio-concert quotidien, pour la satisfaction des exposants et des visiteurs.

L'ingéniosité des constructeurs s'est donnée libre cours dans l'établissement des cadres récepteurs : certains sont dissimulés ingénieusement dans des meubles, des cadres de tableaux, ou même des stores ou rideaux de vitrage avec lesquels ils font corps. Les familles ne pourront plus reprocher aux amateurs l'encombrement de leurs installations.

E. L.

EXTRAITS — COMPTE-RENDUS

Le rayonnement de l'énergie par les lignes électriques de transmission.

Le problème du rayonnement de l'énergie par les lignes électriques de transmission a pris de l'importance eu égard aux phénomènes à haute fréquence, tels que la propagation des surtensions dites à front rigide, les systèmes modernes de télégraphie et de téléphonie multiples dérivés de la technique radioélectrique, etc... A dire vrai, dans les calculs ordinaires relatifs aux lignes, tandis que l'on tient compte de l'atténuation due à la résistance et à la dispersion, on ne tient aucunement compte du rayonnement, et l'on peut se demander si cela est licite, surtout dans le cas des fréquences élevées. Le journal *Of the American I. E. E.* s'est proposé de répondre à cette question, et sa réponse est nettement affirmative. En fait, l'application de la théorie de Maxwell au cas d'un circuit indéfini constitué par deux fils rectilignes de conductibilité parfaite et de dispersion nulle (telle qu'elle a été développée dans les *Theorie der Elektrizitât*, par Abraham et Pôppl) démontre que le courant se propage avec la vitesse de la lumière et sans atténuation ou, en d'autres termes, qu'il n'y a pas de perte par rayonnement. Cette théorie est confirmée par un grand nombre de travaux, bien qu'elle soit en contradiction ouverte avec la théorie récemment proposée par Steinmetz (*Procedings of the A. I. E. E.*, mars 1919). Selon Steinmetz, la perte par rayonnement serait proportionnelle à la longueur de la ligne et au carré de l'intensité, de sorte que pour en tenir compte, il faudrait accroître la résistance ohmique unitaire d'une quantité que l'on pourrait appeler la résistance unitaire de rayonnement. Cette dernière pourrait, toujours d'après Steinmetz, devenir aux hautes fréquences supérieure de beaucoup à la première. Or, l'auteur affirme que de telles conclusions sont tout à fait erronées et basées sur une équivoque analogue à celle de Poynting en 1885 (et qui fut relevée par Heaviside) qui supposait que la propagation de l'énergie autour d'un conducteur parcouru par un courant ne se fait pas dans une direction presque parallèle au conducteur lui-même, mais bien dans une direction normale. En fait, Steinmetz part de l'hypothèse que le champ magnétique se propage vers l'extérieur du conducteur dans une *direction normale*, avec la vitesse de la lumière.

L'auteur examine ensuite une seconde question qui est la suivante : si l'atténuation n'est pas influencée par le rayonnement, celui-ci ne peut pas avoir lieu en proportion de la longueur de la ligne et ne peut pas être représenté par une constante unitaire (rapportée à l'unité de longueur), mais doit au contraire, apparaître sous forme d'impédance terminales ou d'effets de réflexion. En d'autres termes, le générateur doit fournir, séparément, pour ainsi dire, la puissance nécessaire à la ligne et la puissance à rayonner. De plus, en chaque point où les caractéristiques ou la direction de la ligne changent, il doit se produire une variation dans la puissance rayonnée dont les effets peuvent être assimilés à ceux d'un phénomène de réflexion. La résolution mathématique du problème est extrêmement complexe, mais l'on peut cependant démontrer que pour les types de lignes employés actuellement, les pertes par rayonnement sont négligeables. En appliquant la méthode de Lorentz des potentiels retardés au cas d'un circuit constitué par deux conducteurs parallèles et rectilignes, de conductibilité parfaite et de dispersion nulle, placés à la distande y l'une de l'autre et ayant une longueur x, parcourus par un courant alternatif sinusoïdal d'intensité I et de pulsation $\omega = \frac{p}{2\pi}$ et en supposant qu'il n'y ait aucun effet de réflexion aux extrémités, on peut calculer la puissance totale rayonnée au moyen de l'expression (en unités pratiques) :

$$S = 30 \left(\frac{p\,y\,I}{c}\right)^2 \left(1 - \frac{\sin 4\pi 6}{4\pi 6}\right)$$

ou c'est la vitesse de la lumière et par suite aussi celle de la propagation électrique le long de la ligne considérée, et $\sigma = \frac{x}{\lambda}$ ou λ = longueur d'onde.

Pour se former une idée de l'ordre de grandeur de cette puissance rayonnée, on peut la comparer à la puissance So émise par un simple oscillateur hertzien de longueur parcouru par le même courant l de pulsation ω et qui s'exprime en unités pratiques par :

$$So = 10 \left(\frac{p\,y\,I}{c}\right)^2$$

de sorte que :

$$S = 3So\left(1 - \frac{\sin 4\pi 6}{4\pi 6}\right)$$

On remarquera que pour les lignes très courtes la perte par rayonnement croît comme la quatrième puissance, tandis que pour les lignes très longues, elle croît comme le carré de la fréquence. En faisant varier la longueur de la ligne x de O à l'infini, le rayonnement se rapproche de la valeur limite 3 So, autour de laquelle il oscille et qu'il atteint pour toutes les valeurs de x multiples de $\frac{\lambda}{4}$ F. En particulier pour $x = \frac{3}{8}\lambda$ le rayonnement dépasse 20 % celui de la ligne extrêmement longue ($x = \infty$). Par exemple, pour $\lambda = 305$ mm. et $p = 1.000.000$ la puissance rayonnée est donnée par la formule :

$$0{,}0051\left(1 - \frac{\sin 4\pi 6}{4\pi 6}\right) I^2$$

ce qui équivaut à ajouter en série avec le générateur, une résistance de l'ordre de $5{,}1^{10-3}$; dans le cas de $p = 100.000$ cette résistance est encore 100 fois plus petite.

L'auteur conclut donc que, même aux plus hautes fréquences, les effets de rayonnement sont si faibles que l'on peut les négliger dans la totalité des cas.

M. G.

Méthodes statiques de calcul des relations de potentiel
et des défauts des réseaux à courant continu.

On a depuis longtemps remarqué l'analogie entre certains problèmes électriques et les problèmes correspondants de la statique; en particulier dans le cas des projets de réseaux de câbles, cette analogie a conduit à une grande simplification des calculs. Cependant on n'a prêté que peu d'attention jusqu'ici à la résolution, à l'aide de méthodes statiques, des problèmes concernant la distribution des potentiels dans les réseaux à courant continu. Les méthodes de recherche des défauts d'un tel réseau dépendent de la recherche des relations de potentiel du réseau dans des conditions variées artificiellement.

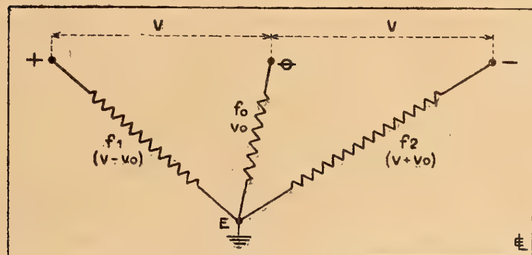


Fig. 1.

L'Electrician a étudié ces relations de potentiel. Nous nous proposons de résumer cette étude.

Considérons (fig. 1) un système à courant continu à trois fils avec neutre non à la terre. La tension entre chaque câble extérieur et le neutre est V, et les conductibilités des fuites à la terre sont respectivement f_1 pour le positif, f_0 pour le neutre, f_2 pour le négatif. Puisque la somme algébrique des courants de fuite est zéro, on a la relation :

$$f_1(V - v_0) - f_0 v_0 - f_2(v + v_0) = 0$$

où v_0 est le potentiel du neutre.

Considérons maintenant (fig. 2) le cas de la poutre supposée sans poids chargée de poids W_1 et W_2 situés à égale distance du poids W_0 placé au milieu. Si le point d'application de la résultante de ces trois forces parallèles agit au point X, distant de l_0 de W_0, on a la relation :

$$W_1(L - l_0) - W_0 l_0 - W_2(L + l_0) = 0.$$

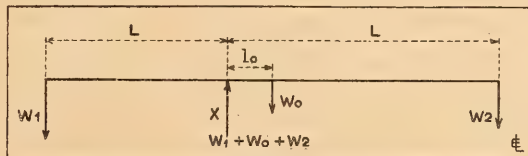


Fig. 2

Le point d'application de la résultante est le centre de gravité du système et la grandeur de cette résultante est $W_1 + W_0 + W_2$.

L'analogie entre les deux équations est évidente, la conductivité f dans le premier cas correspondant au poids W dans le second, tandis que le potentiel par rapport à la terre correspond à la distance du centre de gravité de la poutre chargée. On voit donc que le potentiel de la terre dans un réseau à courant continu sans contact avec la terre, peut être considéré comme possédant des propriétés semblables à celles du centre de gravité d'une poutre chargée, et et la résultante des trois fuites $F = f_1 + f_0 + f_2$ peut être considérée comme analogue à la force résultante agissant au centre de gravité.

A l'aide de cette conception, on peut résoudre très aisément plusieurs problèmes comportant plusieurs expressions algébriques compliquées. Si nous considérons le réseau à trois fils avec un neutre non à la terre, il devient facile de calculer l'effet de l'addition d'un défaut artificiel obtenu en connectant une résistance entre le fil milieu et la terre. Le diagramme statique dans ce cas, est donné fig. 3 la conductivité du défaut artificiel est représentée par φ. On voit clairement d'après ce diagramme que les conditions sont semblables à celles d'un système de deux forces parallèles, l'une correspondant à la fuite résultante du système $F = f_1 + f_0 + f_2$, l'autre au défaut artificiel φ, la distance entre ces deux forces fictives étant v_0, le potentiel du neutre non à la terre. Quand le défaut artificiel est appliqué le potentiel de la terre se déplace relativement au système jusqu'à une nouvelle position située à une distance v_1 du neutre. En prenant les moments par rapport à ce nouveau point, il vient :

$$\varphi v_1 = F (v_0 - v_1) \qquad (1)$$

$$F = \frac{\varphi v_1}{v_0 - v_1}$$

φv_1 est le courant dans la résistance à la terre; désignons-le par i.

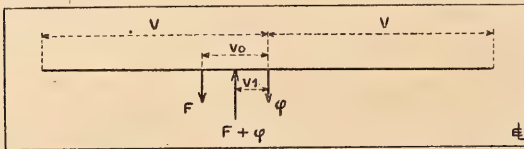


Fig. 3

Alors $$F = \frac{i}{v^0 - v^1}$$

Si R est la résistance d'isolement combinée du réseau et ρ la valeur ohmique de la résistance à la terre, on a :

$$R = \frac{v^0 - v_1}{i} = \frac{v^0}{i} - \rho$$

résultat utilisé dans l'essai bien connu de Russell pour la détermination de la résistance de fuite d'un réseau sous tension.

De l'équation (1), on tire :

$$\frac{F}{\varphi} = \frac{\rho}{R} = \frac{v_1}{v_0 - v_1}$$

et si en faisant varier ρ, on rend $v_1 = \frac{1}{2} v_0$, on a alors $R = \rho$, ce résultat formant la base d'une autre méthode d'essai de réseau, sans grand intérêt pratique d'ailleurs.

Retournons à l'équation (1) :

$$\varphi v_1 = F (v_0 - v_1).$$

Si la résistance du défaut artificiel est diminuée de moitié le potentiel de terre se déplace, relativement au système, jusqu'à une position plus proche du neutre et les nouvelles conditions sont représentées par l'équation :

$$2 \varphi v_2 = F ({}_0v - v_2).$$

D'où $$\varphi (2 v_2 - v_1) = F (v_1 - v_2).$$

et $$\frac{1}{F} = R = \rho \frac{v_1 - v_2}{2 v_2 - v_1}$$

Ce résultat sert de base à une méthode d'essai utile imaginée par M. Raphaël, méthode qui offre l'avantage de ne pas nécessiter la connaissance de v_0, c'est-à-dire qui n'impose pas de couper la connexion à la terre.

Revenons encore une fois à l'équation (1); si φ est augmenté indéfiniment, la quantité $\varphi_1 v_2$ restera finie et déterminée; ce sera le courant dans la connexion à la terre quand le neutre est mis franchement à la terre.

Dans ce cas :

$$\varphi_1 v_2 = i_2 = F (v_0 - v_2) = F v_0.$$

puisque v_2 est négligeable. Continuant avec l'équation (1), il vient :

$$i_2 - i_1 = F v_1$$

et $$R = \frac{v_1}{i_2 - i_1} = f \frac{i_1}{i_2 - i_1}$$

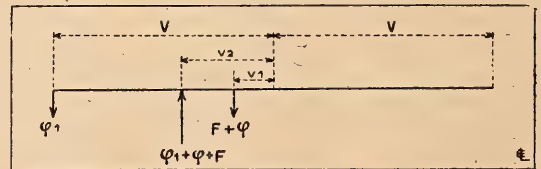


Fig. 4.

Ce résultat forme la base d'un essai utile de réseau essai ne nécessitant qu'une résistance de terre seulement.

Considérons maintenant un système avec un neutre mis artificiellement à la terre et dans lequel un défaut de conductivité φ_1 se produit sur le fil positif. Dans ce cas, le diagramme statique est donné figure 4. En prenant les moments par rapport au nouveau centre de gravité distant de v_2 du point neutre, on a :

$$\varphi_1 (v - v_2) = (F + \varphi) (v_2 - v_1) \qquad (2)$$

d'où $$v_2 = \frac{\varphi_1 V + v_1 (F + \varphi)}{F + \varphi + \varphi_1}$$

v_2 sera négatif si v_1 est négatif, et

$$\varphi_1 V < v_1 (F + \varphi)$$

Si v_1 est négatif et

$$\varphi V_1 > v_1 (F + \varphi)$$

v_2 sera positif et la polarité du neutre sera changée.

Si $v_2 = 0$

$$\varphi_1 V = - v_1 (F + \varphi)$$

et $$F = \varphi_1 \frac{V}{v_1} + \varphi$$

Cette méthode offre l'inconvénient de nécessiter

une résistance réglable capable de supporter une tension supérieure à V. On remarquera qu'en posant $\varphi_1 (v - v_2) = i_2$ et $v_2 = 0$ dans l'équation (2), on obtient :

$$R = \frac{v}{i_2 - \frac{v_1}{\varphi}}$$

On peut utiliser la méthode ci-dessus dans le problème suivant. Supposant des valeurs moyennes de F et v_1, déterminer la résistance de la connexion à la terre de telle façon que le potentiel du neutre ne soit pas supérieur à v_2, valeur pour laquelle doit fondre un fusible calibré pour le courant i qui protège un circuit défectueux. De l'équation (2) on tire :

$$i = (F + \varphi)(v_2 - v_1)$$

$$\varphi = \frac{i}{v_2 - v_1} - F$$

$$\rho = \frac{v_2 - v_1}{i - F(v_2 - v_1)}$$

Prenons comme exemple numérique L = 50 ampères, v_2 = 75 volts, v_1 = 5 volts, R = 10 ohms. Alors :

$$\rho = \frac{70}{50 - 7} = 1{,}64 \text{ ohms.}$$

De ce que nous venons de voir, il est évident que le problème de la détermination de la résistance de défaut combinée d'un réseau a courant continu en service, est analogue à celui de la recherche du poids total d'une poutre chargée lorsqu'on ajoute un poids connu en un point déterminé, et de la recherche de la nouvelle position du centre de gravité. Il est clair également, d'après l'analogie statique, que la résolution de la conductivité totale du défaut F en ses composantes f_1, f_0, f_2 n'est pas possible par la méthode qui consiste à ajouter des défauts artificiels aux réseaux. La position de chaque potentiel apprès l'addition d'un défaut artificiel dépend de la valeur de φ_1 F_1 et v_0, et il y a une infinité de groupes de valeurs de f_1, f_0 et f_2 qui remplissent les conditions. La résolution de F ne peut être accomplie qu'en faisant varier les distances de potentiel entre f_1, f_0 et f_2, c'est à-dire en modifiant les tensions à travers les deux côtés du système à trois fils. Des essais basés sur cette méthode ne sont pas difficiles à imaginer, mais ils sont de peu d'intérêt pratique, parce que la variation de tension permise est faible, et parce que l'exactitude de la méthode dépend de la recherche d'une différence relativement petite entre deux quantités.

On peut aussi appliquer la méthode statique pour déterminer la puissance perdue dans les fuites des réseaux à courant continu. Considérons un système à trois fils non à la terre ; la puissance perdue du fait des fuites est :

$$f_1 (V - v_0)^2 + f_0 v_0^2 + f_2 (V + v_0)^2.$$

On arrive ainsi à une expression semblable à celle qui exprime le moment d'inertie d'une poutre chargée. Puisque les tensions sont mesurées à partir du potentiel de terre, correspondant au centre de gravité, il s'ensuit que cette puissance est minimum pour des valeurs données de f_1, f_0 et f_2 et que l'addition d'un défaut artificiel au réseau doit accroître la puissance dépensée dans les fuites.

Désignons par P_0 cette puissance minimum et par φ le défaut artificiel sur le neutre. Si la puissancc totale perdue dans ces circonstances est P_1, on a :

$$P_1 = P_0 + F(v_0 - v_1)^2 + \varphi v_1^2$$

puisque les conditions sont semblables à la détermination du nouveau moment d'inertie par rapport à un axe distant de $v_0 - v_1$ du centre de gravité. L'augmentation de la puissance perdue est :

$$P_1 - P_0.$$

$$P_1 - P_0 = F(v_0 - v_1)^2 + \varphi v_1^2.$$

$$F(v_0 - v_1) = \varphi v_1. \qquad (1)$$

$$F(v_0 - v_1)^2 = \frac{\varphi_2 v_1^2}{F}$$

$$P_1 - P_0 = \varphi v_1^2 \left(1 + \frac{\varphi}{F}\right)$$

De cette puissance perdue, une partie est dissipée dans le défaut artificiel, c'est φv_1^2. L'augmentation de puissance perdue dans les conducteurs est donc $\frac{\varphi^2 v_1^2}{F}$, ou $\frac{i^2}{F}$, ou i est le courant dans la connexion à la terre, cette dernière expression donnant l'augmentation de puissance perdue quand le neutre est mis franchement à la terre, et que φ est très grand, v_1 étant négligeable.

M. G.

SIGNAUX DE BRUME PAR T. S. F.

Le Ministre du commerce américain annonce que trois appareils radiotélégraphiques pour signaux de brume vont être installés sans délai à l'entrée du port de New-York. Chacune de ces trois stations sera munie d'un groupe automatique qui enverra des signaux d'une façon continue pendant les temps brumeux ou bouchés. Ces signaux pourront être recueillis à bord au moyen d'un radiocompas, de sorte qu'en prenant des relèvements des différentes stations, le commandant d'un navire pourra déterminer sa position exacte. La méthode a été créée par le travail commun du Bureau of Standards et du Service des Phares. L'appareil émetteur est facile à installer et peut être manœuvré par les gardiens de phare sans l'aide de personnel entraîné.

M. G.

Informations.

Autorisations. — Concessions.

Bouches-du-Rhône. — Une conférence a été tenue entre l'ingénieur du génie rural et l'ingénieur en chef du contrôle des distributions d'énergie électrique, au sujet de l'établissement d'un réseau rural de distribution d'énergie électrique dans les communes de Mées et d'Oraison.

Calvados. — Une conférence a été tenue entre les ingénieurs en chef du contrôle des distributions d'énergie électrique et du génie rural, au sujet de l'établissement d'un réseau rural de distribution d'énergie électrique dans la commune d'Andrieu.

Corrèze et Dordogne. — La Société d'éclairage électrique de Juillac a demandé l'autorisation d'établir, sous le régime des concessions d'Etat, une distribution d'énergie électrique aux services publics sur le parcours compris entre Marvis (commune de Genis) et Juillac en empruntant le territoire des départements de la Corrèze et de la Dordogne.

Ille-et-Vilaine. — La Société « l'Electrique de Bretagne » a sollicité, une concession d'Etat avec déclaration d'utilité publique, d'une ligne de distribution d'énergie électrique de Guichen à Châteauneuf et embranchements, dans les deux départements d'Ille-et-Vilaine et des Côtes-du-Nord, en traversant les communes de :

Ligne principale : Châteauneuf, Miniac-Morvan, Saint-Pierre-de-Plesgen, Plesder, Pleugueneuc, Tréverien, Saint-Domineuc, Tinténiac, Saint-Brieuc-des-Ifs, Saint-Symphorien, Hédé, Langouet, Vignoc, La Mèzière, Melesse, La Chapelle des Fougerets Saint-Grégoire, Montgermont, Rennes, Saint-Jacques, Chartres, Bruz et Guichen.

Ligne de Pleudihen à Dinan : Pleudihen, Saint-Helen, La Vicomté-sur-Rance, Lanvallay, Léhon, et Dinan.

Ligne de La Baussaine à Bécherel : La Baussaine, Longaulnay, Miniac et Bécherel.

Ligne de Plerguer à Dol : Plerguer, Roz-Landrieux, Raguer-Morvan et Dol.

Ligne de Quebriac à Combourg : Quebriac, Dingé et Combourg.

Ligne de Vezin à Montfort : Vezin, Pacé, Le Rheu, l'Hermitage, La Chapelle Thouarault, Saint-Gilles, Bréteil, Bédée, Montfort.

Lignes de Cesson à Châteaubourg et à Janzé : Cesson, Noyal-sur-Vilaine, Brécé, Servon, Châteaubourg, Châteaugiron, Veneffles, Amanlis, Nouvoitou et Janzé.

Landes. — La Société « l'Energie industrielle » a sollicité l'autorisation d'établir, par permission de voirie, une ligne de transport d'énergie électrique à haute tension sur le territoire des communes de Poyanne, Saint-Geours d'Auribat et Gamarde-les-Bains.

Loire. — Par décision ministérielle du 20 juillet 1920, les travaux d'exécution de la ligne de transport d'énergie électrique à 120.000 volts de Beaumont-Monteux à Saint-Etienne et Saint-Chamond viennent d'être autorisés.

Marne. — Une conférence a été tenue, conformément aux instructions ministérielles du 15 juillet 1920, entre l'ingénieur en chef du contrôle des distributions d'énergie électrique du département de la Marne et l'ingénieur du génie rural, au sujet de l'établissement d'un réseau rural de distribution d'énergie électrique dans les communes de Juvigny et Saint-Martin-sur-le-Pré.

Meuse. — Par arrêté préfectoral, deux syndicats viennent d'être constitués dans l'arrondissement de Commercy en vue de l'électrification d'un certain nombre de communes rurales.

Le Syndicat du Haut-Ornain, groupe les communes de Demange-aux-Eaux, Abainville, Saint-Joire, Tréveray, Houdelaincourt, Bausignécourt, Naix-aux-Forges, Ménaucourt, Saint-Amand, Givrauval et Longeaux. Ce syndicat est présidé par M. Mage, notaire à Houdelaincourt.

Le Syndicat de Méligny-le-Grand groupe les communes de Bovée, Boviolles, Broussey, Chennevières, Domrémy-aux-Bois, Ernecourt, Loxéville, Marson, Méligny-le-Grand, Méligny-le-Petit, Ménil-la-Horgne, Morlaincourt, Naives-en-Blois, Nançois-le-Grand, Oey, Reffroy, Saulx, Saint-Aubin, Vaux-la-Grande, Vaux-la-Petite et Willeroncourt. Le président est M. Cobus, notaire à Void, conseiller général.

Morbihan et Côtes-du-Nord. — La Société générale d'entreprises a présenté une demande de concession d'Etat, à l'effet d'établir, dans les départements du Morbihan et des Côtes-du-Nord, un réseau de distribution d'énergie électrique.

Le réseau en question doit comprendre les lignes suivantes :

Côtes-du-Nord : Ligne de Blavet à Saint-Brieuc; ligne de Blavet à Loudéac et Merdrignac; ligne de Blavet à Rostrenen.

Morbihan : Ligne de Loudéac à Ploërmel; ligne de Band à Hennebont et Lorient; ligne de Blavet à Auray et Vannes; ligne d'Auray à Quiberon.

Valeur des Index économiques électriques.

2e TRIMESTER 1922

DÉPARTEMENTS	Haute tension.	Basse tension.
Ain	138	188
Aisne	124	175
Allier	140	191
Alpes (Basses-)	118	168
Alpes (Hautes-)	118	168
Alpes-Maritimes	118	168
Ardèche	118	168
Ardennes	142	192
Ariège	118	168
Aube	147	197
Aude	118	168
Aveyron	115	166
Belfort (Territoire de)	133	184
Bouches-du-Rhône	118	168
Calvados	132	182
Cantal	140	191
Charente	163	213
Charente-inférieure	107	157
Corrèze	163	213
Côte-d'Or	133	184
Côtes-du-Nord	135	185
Creuse	163	213
Dordogne	115	166
Doubs	133	184
Drôme	118	168
Eure	117	167
Eure-et-Loir	126	176
Finistère	135	185
Gard	118	168
Garonne (Haute-)	115	166
Gers	115	166
Gironde	107	157
Hérault	118	168
Ille-et-Vilaine	135	185
Indre-et-Loire	132	182
Isère	138	188
Jura	133	184
Landes	107	157
Loire	140	191
Loire (Haute-)	140	191
Loire-Inférieure	106	157
Loiret	140	190
Lot	115	166
Lot-et-Garonne	115	166
Lozère	118	168
Maine-et-Loire	132	182
Manche	130	180
Marne	153	203
Marne (Haute-)	141	192
Mayenne	131	181
Meurthe-et-Moselle	141	191
Meuse	141	191
Morbihan	131	182
Nièvre	150	201
Nord	114	165
Oise	136	186
Orne	126	176
Pas-de-Calais	114	165
Puy-de-Dôme	140	191
Pyrénées (Basses-)	107	157
Pyrénées (Hautes-)	115	166
Pyrénées-Orientales	118	168
Rhône	138	188
Saône (Haute-)	133	184
Saône-et-Loire	138	188
Sarthe	147	197
Savoie	138	188
Savoie (Haute-)	138	188
Seine	136	186
Seine-Inférieure	111	162
Seine-et-Marne	142	192
Seine-et-Oise	136	186
Sèvres (Deux-)	113	163
Somme	114	165
Tarn	115	166
Tarn-et-Garonne	115	166
Var	118	168
Vaucluse	118	168
Vendée	113	163
Vienne	163	213
Vienne (Haute-)	163	213
Vosges	141	191
Yonne	150	201

Prix des charbons pr l'industrie électrique.

2e TRIMESTRE 1922

Départements.	SOCIÉTÉS.	Prix homologué.
Finistère.	Compagnie d'électricité de Brest. Usine à Brest	99.35
Calvados.	Compagnie d'électricité de Caen. Usine à Caen	96.03
Loire-Inférieure.	Société Nantaise d'éclairage et de force par l'électricité. Usine à Chantenay	70.46
Manche.	« Gaz et Eau ». Usine à Cherbourg	93.73
Seine-Inférieure.	Compagnie centrale d'énergie électrique. Usine à Rouen-Quevilly	71.553
Seine-Inférieure.	Société Havraise d'énergie électrique. Usine à Le Havre-Yainville	81.58

Morbihan. — Compagnie de Gaz et d'électricité. Usine à Vannes.....	95.52
Dordogne. — Energie électrique du Sud-Ouest. Usine à Thuillière-Floirac.	79.60
Sarthe. — Compagnie de gaz et d'électricité. Usine au Mans..........	110.83
Orne. — Société de distribution d'électricité de l'Ouest. Usine à Raigaube et Couterne.............	90.34
Maine-et-Loire. — Société de distribution d'électricité de l'Ouest. Usine à Segré.................	99.74
Haute-Vienne. — Compagnie centrale d'éclairage et de force par l'électricité. Usine à Limoges........	127.29
Maine-et-Loire. — Compagnie d'électricité d'Angers. Usine à Angers..	91.93
Meurthe-et-Moselle. — Compagnie Loraine d'électricité. Usine à Vincey-Nancy........................	105.16
Haute-Marne. — Compagnie électrique de Meuse-et-Marne. Usine à Saint-Dizier.......................	105.53
Ardennes. — Est-Electrique. Usine à Mohon	105.70
Aisne. — Compagnie électrique du Nord. Usine à Beautor.................	89
Aisne. — Compagnie électrique du Nord. Usine à Hirson.................	88
Nièvre. — Compagnie Continentale Edison. Usine à Garchizy..........	114.59
Nord. — Société d'électricité de Valenciennes-Anzin. Usine à Valenciennes........................	76.61
Nord. — Electricité et Gaz du Nord. Usine à Jeumont	80.52
Allier. — Compagnie électrique de la Loire et du Centre. Usine à Montluçon...........................	112.46
Loire. — Compagnie électrique de la Loire et du Centre. Usine à Roanne.	105.90
Loire. — Compagnie électrique de la Loire et du Centre. Usine à Saint-Etienne	95.50
Aube. — La Champagne électrique. Usine à Troyes.................	111.31
Loiret. — Société Orléanaise pour l'éclairage au gaz et à l'électricité. Usine à Orléans.....................	104.26
Rhône. — Compagnie du Gaz de Lyon. Usine à La Mouche.............	101.72
Marne. — Société anonyme des usines à gaz du Nord et de l'Est. Usine à Epernay	117
Vendée. — Energie électrique de l'Ouest de la France. Usine à Faymoreau.	77
Bouches-du-Rhône. — Compagnie d'électricité de Marseille. Usine à Marseille.....................	81.96
Cote-d'Or. — Société dijonnaise d'électricité. Usine à Dijon...........	97.58

Prix des charbons homologué pour la région parisienne.

2e TRIMESTRE 1922.

Seine	99 fr. 70 la tonne.
Seine-et-Oise ...	99 fr. 70 la tonne.
Oise	99 fr. 70 la tonne.
Seine-et-Marne.	106 fr. 20 la tonne.

Vœux sur la tarification.

La Chambre de Commerce de Saint-Omer a émis les vœux suivants tendant à obtenir des modifications du nouveau cahier des charges de 1921 qui, à son avis, ne donne pas satisfaction aux consommateurs :

La Chambre de commerce appelle notamment l'attention de l'Administration sur les dispositions suivantes qu'elle désirerait voir adopter dans l'intérêt des consommateurs :

1° Garantie de régularité et de qualité de la fourniture du courant électrique.

2° Revision des tarifs maxima de base :

a) Périodiquement à époques assez rapprochées;

b) Chaque fois que l'application du terme correctif y apportera des modifications importantes.

3° Modification de l'index économique par la suppression des clauses concernant lamain-d'œuvre.

4° Susbtitution à la tarification binôme actuelle d'une formule monôme, analogue à celle adoptée par la Compagnie parisienne de distribution d'électricité.

5° Dégressivité du coefficient d'index suivant la puissance utilisée et le nombre d'heures d'utilisation.

6° Abandon de la tarification pour l'énergie réactive et adoption d'une tarification dégrevant les facteurs élevés dans la même proportion qu'elle taxe les facteurs faibles.

7° Détermination de la puissance utilisée par le quotient du nombre total des kilowatt-heures consommés par le nombre d'heures d'utilisation et non par mesure d'une puissance installée maxima.

8° Fixation du tarif maximum de base aussi près que possible du prix de production.

Inventions. — Appareils et procédés nouveaux

DISPOSITIF CAPABLE DE CONDUIRE UN AUTO-MOTEUR PAR LE MOYEN DES ONDES HERTZIENNES

Le transmetteur et le récepteur comprennent chacun un cadran portant trois secteurs isolés (fig. 1).

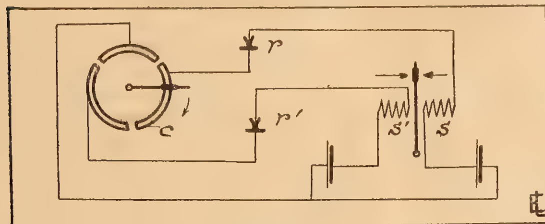


Fig. 1.

Chaque cadran peut être parcouru par une aiguille, et si les mouvements des deux aiguilles sont synchrones, il sera possible de commander certaines manœuvres.

Le récepteur comprend deux circuits reliés aux secteurs par l'intermédiaire de cohéreurs *r r'* et de relais de commande *s* et *s'*. (Br. Fr. 538.480. — Gontard).

TUBE ÉCLAIRANT POUR LAMPE A QUARTZ MARCHANT SUR COURANT ALTERNATIF

Cette disposition a pour but d'augmenter la sécurité d'allumage.

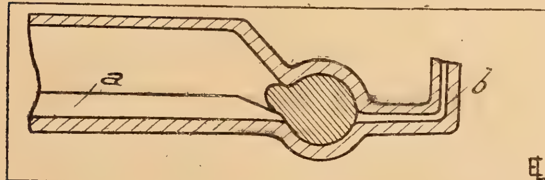


Fig. 2.

On dispose (fig. 2) sur le côté de la cathode une nervure *a* servant de cloison au mercure. La cloison pénètre dans e rétrécissement en forme d'entonnoir du prolongement du pôle de la cathode, jusqu'au tube capillaire *b*. (Br. Fr. 538.598. — Quartzlampen Gesellschaft).

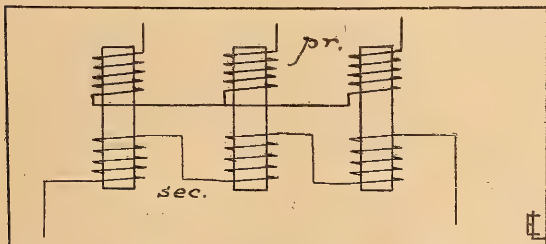


Fig. 3.

TRANSFORMATEUR STATIQUE DE PHASE ET DE FRÉQUENCE

Il comprend trois transformateurs monophasés et égaux, à circuits magnétiques fortement saturés par les ampères-tours des enroulements primaires (alimentés par du courant de fréquence F.) (fig. 3.)

Les enroulements secondaires sont connectés en série et donnent aux extrémités de l'enroulement une tension résultante 3 F. (Br. Fr. 538.651. — Molles).

APPAREIL REDRESSEUR DE COURANT ALTERNATIF SIMPLE

C'est un redresseur utilisant les deux alternances du courant alternatif d'alimentation.

Il est caractérisé (fig. 4) par deux lames l'une en dessous de l'autre) *l*, vibrant synchroniquement entre les pôles d'un aimant permanent *a*, et sous l'action d'un solénoïde *e* à courant alternatif.

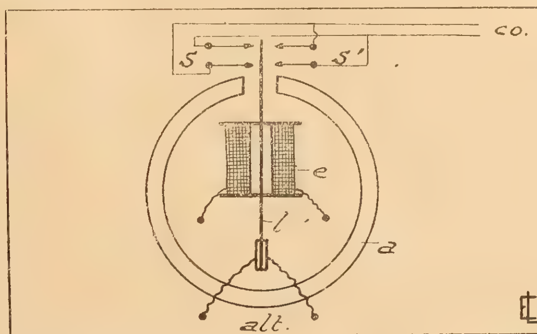
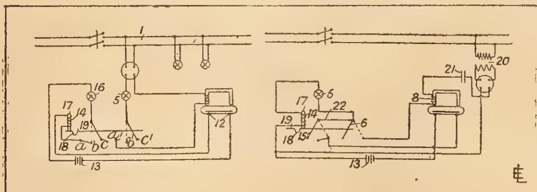


Fig. 4.

Elles jouent le rôle de commutateur inverseur synchrone. Le courant d'alimentation destiné à l'alimentation du solénoïde est décalé en avant; ce décalage est obtenu à l'aide d'un condensateur monté en série. (Br. Fr. 538.742. — Eldin). P. M.

DISPOSITIF D'ALLUMAGE

Un interrupteur bipolaire comprend un système de verrouillage relâché électromagnétiquement de façon à ne aisser occuper à l'interrupteur des positions intermédiaires que lorsqu'il est désiré. Les lampes indicatrices et d'urgence sont remplacées par une seule lampe alimentée par le courant principal d'alimentation au moyen d'un transformateur abaisseur. Le noyau 17 (fig. 5) d'un solénoïde 14 tombe dans un creux 18 de la barre isolante 19 d'un interrupteur bipolaire lorsque ce dernier est déplacé de sa position d'arrêt c, c^1 à ses positions intermédiaires b, b^1. Si le système 12 est commandé, le noyau 17 est retiré pour laisser l'interrupteur se déplacer sur la position a, a^1. Dans une variante (fig. 6), la lampe 16 et la lampe indicatrice 5 (fig. 5) sont remplacées par une seule lampe 5.


Fig. 5 Fig. 6.

Les contacts mobiles 15, 6 sont connectés électriquement par un conducteur 22 et les enroulements 14, 8 sont alimentés par un transformateur abaisseur 20; le courant ainsi fourni passant dans un condensateur 21. (Brev angl. n° 170.825. — Das). M. M.

CARNET DE LA T. S. F.

La transmission des prévisions atmosphériques.

La transmission est effectuée par la Tour Eiffel sur la même longueur d'onde que les signaux horaires et les autres messages météorologiques (ondes amorties d'une longueur de 2.600 mètres).

Les heures de transmission des messages pourront être modifiées, notamment lors du passage de l'heure d'été à l'heure d'hiver. Au début elles seront les suivantes : 4 h. 50 du matin, 12 h. 15 et 18 h. 10.

Il y aura des précisions distinctes s'appliquant aux diverses régions climatériques de la France. Ces régions sont au nombre de 12 dans l'organisation actuelle. Le tableau ci-joint indique leurs noms et les départements qui les composent :

Tableau des régions climatériques.

I. *Nord* (4 départements).
Aisne, Nord, Pas-de-Calais, Somme.
II. *Bretagne* (4 départements) :
Côtes-du-Nord, Finistère, Ille-et-Vilaine, Morbihan.
III. *Nord-Ouest* (7 départements) :
Calvados, Eure, Mayenne, Morbihan, Orne, Sarthe, Seine-Inférieure.
IV. *Parisienne* (5 départements) :
Eure-et-Loir, Oise, Seine, Seine-et-Marne, Seine-et-Oise.
V. *Nord-Est* (10 départements) :
Aube, Ardennes, Bas-Rhin, Haut-Rhin, Haute-Marne, Marne, Meuse, Meurthe-et-Moselle, Moselle, Vosges.
VI. *Ouest* (8 départements) :
Charente, Charente-Inférieure, Deux-Sèvres, Indre-et-Loire, Loire-Inférieure, Maine-et-Loire, Vendée, Vienne.
VII. *Centre* (6 départements) :
Cher, Indre, Loiret, Loir-et-Cher, Nièvre, Yonne.
VIII. *Est* (11 départements) :
Ain, Côte-d'Or, Doubs, Haute-Saône, Hautes-Alpes, Haute-Savoie, Isère, Jura, Rhône, Saône-et-Loire, Savoie.
IX. *Massif Central* (10 départements) :
Allier. Aveyron, Cantal, Corrèze, Creuse, Haute-Loire, Haute-Vienne, Loire, Lozère, Puy-de-Dôme.
X. *Sud-Ouest* (12 départements) :
Ariège, Basses-Pyrénées, Dordogne, Gers, Gironde, Haute-Garonne, Hautes-Pyrénées, Landes, Lot, Lot-et-Garonne, Tarn, Tarn-et-Garonne.
XI. *Sud* (5 départements) :
Ardèche, Aude, Gard, Hérault, Pyrénées-Orientales.
XII. *Sud-Est* (6 départements) :
Alpes-Maritimes, Basses-Alpes, Bouches-du-Rhône, Drôme, Var, Vaucluse.

Les prévisions s'appliquent en principe à une durée de 18 heures, sous réserve des modifications qui pourront être apportées par les messages ultérieurs.

Les indications qu'elles contiennent sont relatives aux éléments météorologiques suivants :

1° Caractère dominant du temps à venir;
2° Direction et force des vents;
3° Etat du ciel;
4° Précipitations (pluie, averses, neige...);
5° Température : sens des variations de la température. Température minima probable de la fin de la nuit. Température maxima probable du jour;
6° Possibilité de phénomènes dangereux pour l'agriculture (gelées, orages, grêles, brouillard, tempêtes).

L'Office National Météorologique a publié des notices spéciales expliquant la signification des différents termes employés dans la rédaction des six rubriques précédentes et contenant également des conseils sur l'installation des postes récepteurs de T. S. F. et de radiotéléphonie.

G. R.

Renseignements en réponse à demandes.

FL. — 1° *Bulletins météorologiques.* Depuis le 15 juillet les émissions de l'Office national météorologique en téléphonie S. F. se font aux heures suivantes :

3 h. 50, 11 h. 15, 17 h. 10 } Temps de Greenwich.

La dernière émission est suivie du concert habituel.

Ces émissions n'ont pas lieu les dimanches et fêtes, mais le bulletin de 17 h. 10 est donné le dimanche à dater du 27 août.

2° *Météos.* — Le programme d'envois est complètement modifié à partir du 15.

Les quatre météos « France » (2 h. 20-8 h. 20-14 h. 20-19 h. 20) se font sur 7.300 entretenues au lieu de 2.600 amorties.

Il y aura quatre météos « Europe » (4 h. 30-16 h. 30-21 h.) sur 7.300 entretenues, et *un* à 10 h. 05 sur 2.600 amorties.

D'autre part, la modification provisoire apportée pour la durée du concours Lépine (*Electricien* du 1er septembre 1922).

Sainte-Assise, près Melun.
Poste Continental (Q.Z.S.).
λ = 9.260 et 11.500 entretenues. à 17 h. et service supplémentaire à 8 heures.
Poste Intercontinental (U.F.T.).
λ = 14.400-11.000-8.800 entretenues.
Essais commencés le 4 juillet dernier.

TRIBUNE DES ABONNÉS

Notre Tribune est une rubrique de renseignements mutuels ouverte à tous nos abonnés. La Rédaction de l'*Electricien *n'est pas responsable des réponses fournies. Nous prions nos lecteurs de limiter leurs demandes au domaine de la pratique industrielle.

DEMANDES

N° 753. — Etant donné un réseau triphasé sur lequel sont montés un certain nombre de transformateurs espacés entre eux de plusieurs kilomètres, en cas de court-circuit entre deux fils au point A, quelle méthode faudrait-il employer pour déterminer de la centrale à quel point kilométrique le contact a eu lieu ? et cela sans être obligé de se déplacer sur le réseau pour sectionner ou boucler.

Même question pour une perte à la terre franche ou de très faible résistance au point B, par exemple, la mesure

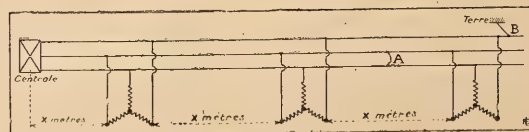


Fig. 1.

devra se faire également de la centrale sans boucler le réseau et sans fil pilote (fig. 1).

Donner des exemples numériques. 1° Pour le calcul probable des diverses résistances du réseau; 2° Pour les

mesures par la méthode de l'ampèremètre en se servant du courant continu 60 volts, par exemple, et employant la formule $x = \frac{E}{I} - R$ dans laquelle x est la résistance inconnue et R celle qui est connue, voir schéma ci-contre, il s'agit ici d'un réseau aérien (fig. 2).

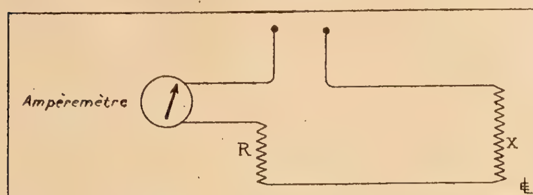


Fig. 2.

N° 754. — J'ai l'intention de construire moi-même un appareil de téléphonie sans fil, comportant un amplificateur haute fréquence à 3 lampes et un amplificateur basse fréquence à 3 lampes également. Quel est l'ouvrage qui me permettrait de calculer, de monter et d'assembler les divers organes, notamment :

a) Enroulements primaires et secondaires (couplage);
b) Résistances, condensateurs, de l'amplificateur H. F.
c) Montage d'une lampe en détecteur.
d) Transformateurs de l'amplificateur B. F. (Rapport de transformation) et calculs des enroulements.

A défaut d'ouvrage, serais reconnaissant au lecteur qui pourrait me donner ces renseignements.

N° 755. — Une antenne ayant été placée au-dessus d'une cour (à 8 mètres) sans l'autorisation du seul locataire, celui-ci est-il en droit d'exiger que celle-ci disparaisse malgré qu'elle ne prenne pas appui sur sa maison et qu'elle ne le gêne en rien ?

La capacité d'une antenne est-elle diminuée du fait que celle-ci (4 fils de 40 mètres environ) passe à 4 mètres au-dessus d'un toit de zinc de 6 à 7 mètres de longueur ?

N° 756. — On dispose d'une source d'électricité fournissant une tension constante E en un point A ; à une distance AB = *a* de A se trouve un consommateur de puissance W_1 ; à une distance BC = *b* de B se trouve un consommateur de puissance W_2, qui exige une tension donnée E_2. Quelles sont les sections respectives à donner aux tronçons *a* et *b* pour que la dépense totale de cuivre soit minimum (distribution par courant continu avec deux conducteurs).

N° 757. — Trois câbles de 50 millimètres carrés de section, isolement 600 M. O., pour courant triphasé de 220 volts, 45 ampères, 50 périodes, sont logés dans 3 tuyaux en acier de 18 mètres de long. Y a-t-il danger d'échauffement de l'armature d'acier sous l'influence du courant alternatif ? Dans l'affirmative, cette influence nuisible peut-elle être supprimée en reliant les 3 tubes de distance en distance, par un cerclage de fer ?

N° 758. — Je voudrais rebobiner un moteur à cage d'écureuil dont la plaque des caractéristiques porte ces seules indications : 110 volts, 10 ampères. Le nombre d'encoches au stator est de 24. Le rotor est composé de 35 barres. Le rhéostat de démarrage comporte une self pour la mise en marche. Ce moteur étant destiné à fonctionner sur du 110 volts, 50 périodes, pourrait-on me donner les indications nécessaires pour procéder à son rebobinage et m'indiquer un ouvrage traitant le bobinage des moteurs alternatifs.

N° 759. — Je voudrais élever de 10 degrés la température de 2.400 litres de solutions de nickel contenu dans un bac en bois. Comment confectionner cet appareil de chauffage ?

Quelle serait la quantité d'hectowatt-heure consommé et en combien de temps cette élévation de température pourrait-elle être obtenue ?

N° 760. — Peut-on remplacer la méthode des deux wattmètres, pour la mesure de la puissance triphasée, par une autre représentée par le schéma fig. 0, n'employant qu'un seul wattmètre, sans commutateur spécial ?

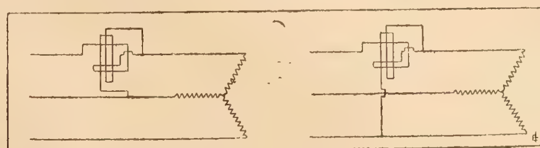


Fig. 3. — 1re lecture. 2e lecture.

La somme des deux lectures donnera-t-elle la puissance totale ? (On suppose que l'on a affaire à un circuit équilibré) Si non, pourquoi ?

N° 761. — Je dispose d'un petit déversoir, alimenté par des sources, d'environ 100 mètres de long, 50 mètres de large et 0m,50 de profondeur, 1m,10 de hauteur de chute Je me propose d'installer une turbine avec dynamo pour l'éclairage d'une habitation (7 lampes environ). Cette chute se trouve à 200 mètres de l'habitation. Quels calculs faire pour la turbine et quelle tension pour la dynamo. Le débit étant très faible, comment calculer la section du tuyau sur lequel sera monté la turbine ?

N° 762. — Possédant un moteur asynchone pour courant alternatif triphasé (220 volts, 50 périodes) avec induit, bobiné, bagues et balais, peut-on, une fois le moteur en marche, relever les trois balais pour éviter l'usure de ces derniers ? Est-ce que le moteur perd ou gagne de la force ? Y a-t-il avantage à relever les porte-balais ? Qu'arriverait-il si on remettait le moteur en marche en oubliant de baisser les balais ?

Peut-on toucher les balais et le collecteur lorsque le moteur est en marche sans être isolé ou avec des outils non isolés ?

N° 763. — Comment construire un appareil pour la purification des eaux par l'ozone, la quantité d'eau à purifier serait de 2 mètres cubes à l'heure.

N° 764. — Au bout de combien de temps doit-on changer l'huile des transformateurs et disjoncteurs et comment régénérer cette huile pour qu'elle puisse servir à nouveau?

N° 765. — Je possède pour la téléphonie sans fil un cadre de réception de 1 mètre au carré sur lequel sont enroulés à espaces égaux 130 mètres de fil de cuivre 9/10

J'ai également une bobine de self à deux curseurs montée en fil de 5/10 isolé au coton d'une longueur de fil de 180 mètres.

Je me trouve à environ 230 kilomètres de la Tour, comment pourrais-je monter un poste de réception avec ce que je possède déjà ? Donner un schéma à l'appui.

N° 766. — Je désirerais savoir de quoi se compose le liquide que l'on met dans les bouteilles de résistance liquides et quelles en sont les proportions.

A titre de renseignements : tension 8.000 volts, 50 périodes et 2 transformateurs 100 KW, en parallèle.

N° 767. Existe-t-il un procédé permettant l'emploi d'une ligne de lumière aérienne et en charge comme antenne. Un lecteur pourrait-il m'indiquer l'appareil nécessaire, sa construction avec mesures et schéma ?

— A vendre les numéros de *l'Electricien* : n° 1270 du

15-2-21 au n° 1286 et du n° 1288 au n° 1307 du 1er-9-22. M. Louis Gonsard, 39, rue Diderot, Asnières (Seine).

N° 768. Connaissez-vous une matière susceptible de remplacer l'huile dans les transformateurs à haute fréquence, employés dans un appareil de radiographie ? Cette matière devrait pouvoir se couler et durcir, ou avoir la consistance de la pâte, afin d'éviter les débordements produits par l'huile. Nous avons essayé d'employer l'ozokérite, mais la haute tension se décharge sur la basse tension au travers de cette matière.

N° 769. Peut-on me faire connaître les données nécessaires pour la construction d'une bobine de self pour T. S. F. comprenant : un circuit primaire réglable par curseur, un circuit secondaire réglable par plots et mobile et un deuxième circuit secondaire également réglable et mobile servant de bobine de réaction pour les ondes entretenues. Ce système est fabriqué chez M. Péricaud et est désigné sous le nom de montage Armstrong. Je dispose de fil de 14/10e et de 6/10e pour ce travail.

Demandes d'adresses de constructeurs.

N° 770. — Adresses de fabricants de turbines et appareillage électrique approprié (voir plus haut. n° 761).

N° 771. — Pourrait-on me dire s'il existe des maisons construisant des foreuses pour mineurs mais actionnées directement par l'électricité sans l'intermédiaire de l'air comprimé, et si oui leurs adresses.

N° 772. — Existe-t-il dans le commerce des fils souples isolés à l'amiante, et surtout très souples ; car les fils ordinaires n'ayant qu'un petit nombre de brins cassent très rapidement quand on les emploie, par exemple, pour des fers à repasser.

RÉPONSES

N° 690 R. — 1° La réception, à Bordeaux, de l'émission radiotéléphonique de Eiffel exige :

a) Une antenne ou un cadre avec système d'accord ;

b) Un amplicateur avec ou sans réaction.

2°En utilisant comme antenne un réseau aérien d'énergie, vous pourrez recevoir les signaux de Eiffel (télégraphique entretenues ou amorties). Par contre, il est difficile d'entendre l'émission radiotéléphonique de ce poste, étant donnée la faible énergie mise en jeu (9 ampères-antenne) et les troubles apportés par ce réseau à votre réception.

3° La double utilisation du réseau comme antenne et source d'alimentation des lampes est difficile à réaliser pour un amateur.

Mais si vous n'employez pas cette distribution comme antenne il devient très facile d'utiliser le 110 volts continu pour le chauffage des filaments de vos tubes à vide.

Je cite comme exemple l'installation de contrôle du Central Radio de Bordeaux (commande à distance de la station de Croix d'Hins).

Dans ce central, en employant une très courte antenne unifilaire, avec bobine d'accord et un amplificateur R 2 *bis*, toutes les stations européennes sont nettement perçues (chauffage 110 volts continu).

4° Oui, les soupapes donnent assez souvent de bons résultats.

Voyez aussi les dispositifs décrits dans la revue *Radio-Electricité*, septembre et octobre 1921.

N° 729 R. — 1° Vous pouvez toujours utiliser un montage Oudin à la place du Tesla, mais le couplage est plus serré.

2° Les noyaux doivent être ouverts. Quant à la longuer du fil et à la valeur des selfs, il semble difficile de vous donner des renseignements précis, parce que l'organe est breveté. Pourtant après quelques essais, vous pourrez obtenir des résultats satisfaisants.

P. M.

Nos 741 et 744 R. — Voyez *Carnet de la T.S.F.*, p. 430.

N° 745 R. — La section du fil à employer est fonction de la longueur de la ligne que le questionneur n'indique pas.

N° 446 (746) R. — Vous vendrez du matériel ? Comptabilité ordinaire du commerçant, ne pas oublier la déclaration au Registre du commerce.

N° 447 (747) R. — 1° Pour électrolyser un solvant non ionisant, comme le CCl4, il faut, soit y dissoudre un électrolyte, soit plutôt le mettre en suspens, sous forme d'émulsion dans un électrolyte, acide, alcali ou sel en solution aqueuse. Le choix de celui-ci dépend du but visé que vous n'indiquez pas : réduction, oxydation, décomposition. Ce but fixe la nature des électrodes et celle-ci l'électrolyte à adopter.

2° On ne peut dire d'un courant de 2 à 3 ampères qu'il est fort ou faible. S'agit-il de 2-3 ampères au centimètre carré ou au décimètre carré ? Dans le premier cas, c'est excessif, dans le second c'est une bonne moyenne acceptable dans bien des cas.

3° Quant au voltage de 1 à 2 volts que vous indiquez, il sera nécessairement de beaucoup dépassé. Déjà la force électromotrice minima nécessaire à la libération des ions atteint près de de 2 volts. Elle variera d'ailleurs avec les ions et le métal des électrodes adoptés. Il y faut ajouter celle nécessaire pour vaincre la résistance du milieu, laquelle dépend : 1° de l'éloignement des électrodes ; 2° du diaphragme si vous en employez un ; 3° de la composition de l'électrolyte ; 4° de la présence d'une émulsion et de son degré de division ; 5° de la densité de courant adopté.

G.-C.-H.

N° 743 R. — Le tableau ci-dessous donne les distances d'éclatement pour lesquelles on règle les parafoudres à antennes aux différentes tensions de régime.

Volts	5.000	6.000	7.000	8.000	9.000	10.000	12.000	14.000	16.000	18.000	20.000
Distance d'éclatement pour parafoudres sans résistances.											
m/m.....	6	7	8	10	11	13	16	20	25	32	40
Distance d'éclatement pour les appareils de protection contre les surtensions avec résistance.											
m/m.....	3	3,5	4,5	5	6	7	8,5	11	13	15	17

GRESSIER.

Le Gérant : L. DE SOYE.

Paris. — L. De Soye, Impr., 18, r. des Fossés-s.-Jacques.

L'ÉLECTRICIEN

Rédacteur en chef : L.-D. FOURCAULT

PRODUCTION ET TRANSPORT D'ÉNERGIE

Transport de force à 125.000 volts de Seira-Barcelone.

On trouvera, dans la monographie de transport à très haute tension ci-après, des renseignements intéressants sur les derniers perfectionnements réalisés dans les installations à très haute tension, aussi bien pour la production de l'énergie que pour les postes de transformation et les dispositifs de protection des lignes.

La Société Catalane du gaz et de l'électricité à Barcelone est concessionnaire de quelques chutes d'eau de l'Esera qui prend sa source dans les Pyrénées espagnoles, au pied du massif de la Maladetta.

La puissance totale utilisable est d'environ 100.000 chevaux. Entre la source de l'Esera et son confluent avec le Cinca, existe une différence de niveau d'environ 1.800 mètres; cette différence de niveau sera utilisée par portions pour produire l'énergie électrique à transporter en Catalogne.

La première centrale, dont nous donnons ci-après la description, se trouve à Seira, à 784 mètres d'altitude. D'autres centrales plus en aval sont en construction.

Deux petites centrales auxiliaires, d'une puissance totale de 500 kilovolts-ampères aux générateurs, avaient été préalablement établies pour l'alimentation des ventilateurs de tunnel, de compresseurs, etc, et pour fournir l'éclairage aux maisons ouvrières et actionner les diverses machines utilisées à la construction de la centrale de Seira.

On installa également un atelier de mécanique avec magasins et garages d'autos, ainsi que des écuries pour abriter environ 300 mulets utilisés dans le transport du matériel de la station de chemin de fer de Barbastro, située à 76 kilomètres de Seira.

CENTRALE DE SEIRA

Bassin. — La centrale est bâtie sur la rive gauche de l'Esera, entre la rivière et la route nationale Barbastro-Benaque. Au-dessus de la centrale, la route s'engage dans des gorges profondes de Vantanillo. Le petit village de Seira se trouve sur la rive droite, un peu en hauteur (fig. 1).

Le bassin de retenue, situé près du village de Villanova, est formé par un barrage construit dans un endroit resserré de la rivière. Ce barrage atteint 906 mètres d'altitude et comprend trois vannes d'une largeur totale de 16 mètres. Sur la rive droite débouchent quatre canaux de chacun 2 m., 50

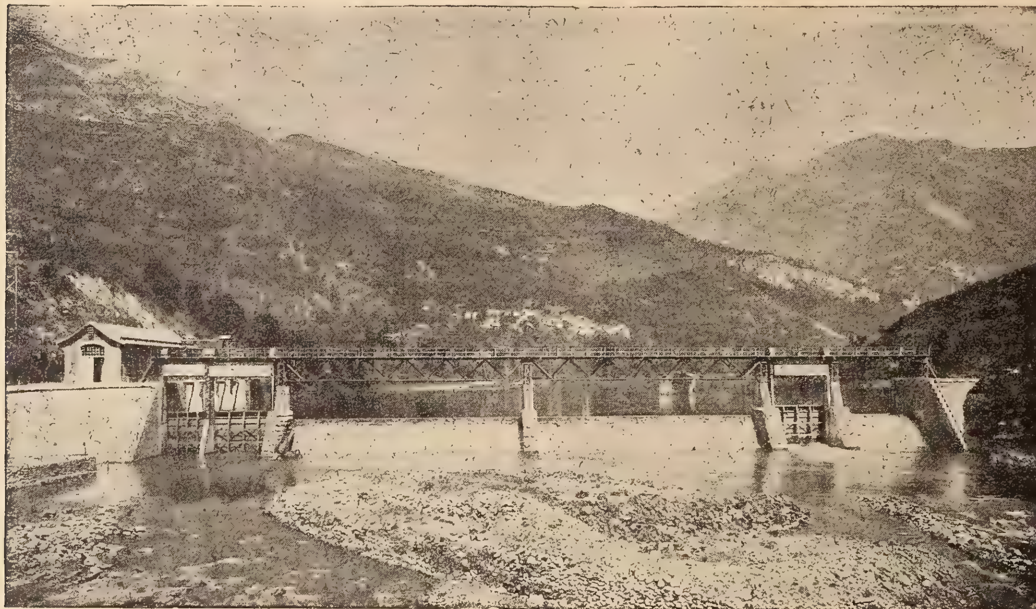


Fig. 1. — Bassin de retenue. Vue en amont avec pavillon de manœuvre des vannes à gauche.

de large, dont les vannes sont commandées par des treuils placés dans une maisonnette spéciale. Après avoir passé deux courts tunnels de 6 mètres de large, servant de bassin de décantation, l'eau traverse la vallée dans un canal ouvert qui la conduit à une galerie de 8.274 mètres par laquelle elle atteint le château d'eau.

Cette galerie est construite pour un débit de 25 mètres cubes par seconde et comporte une déclivité de 10 %. La distance du bassin de retenue au château d'eau est de 8.871 mètres.

Le château d'eau, d'environ 12 mètres de profondeur est creusé dans le roc. Il est prévu, en premier établissement, pour une capacité d'environ 50.000 mètres cubes et est raccordé à la centrale par une canalisation de 1.110 mètres de long. Dans sa parties upérieure, où elle présente sa plus faible déclivité, cette canalisation comprend deux conduites en béton armé et en tôle de 2 m., 50 de diamètre, prévues pour des pressions jusqu'à 30 et 50 mètres d'eau. La partie inférieure, qui présente une déclivité beaucoup plus forte, comprend trois conduites ayant chacune un diamètre intérieur de 2 mètres.

Actuellement, une seule conduite est installée, elle aboutit à la partie supérieure. Des clapets de fermeture sont installés entre les conduites de 2 m., 50 et 2 mètres pour arrêter l'eau automatiquement lorsque sa vitesse dépasse la valeur normale.

Un peu au-dessus de la centrale, la canalisation traverse en deux parties de 15 à 20 mètres la rivière qu'elle longe ensuite sur la rive gauche. A son entrée dans la centrale, elle est encore munie de clapets de fermeture derrière lesquels sont prévus des tuyaux de dérivation aux turbines principales et à celles des excitatrices. La chute maximum utile est de 145 m., 62.

La centrale proprement dite comprend :

1° La salle des machines.

2° Le local haute tension ainsi que les cellules des transformateurs.

3° Le local des pupitres de commande, des tableaux de distribution et des cellules renfermant l'appareillage à 6.000 volts.

4° Un atelier de réparations.

5° Des bureaux et des magasins.

6° Des dépôts d'huile en souterrain.

Turbines. — La centrale est construite pour quatre turbines à axe horizontal, dont la puissance unitaire maximum est de 12.500 chevaux à 500 tours. Trois turbines doubles Francis ont été d'abord installées en premier établissement (fig. 2) ; ces turbines sont construites pour répondre aux données ci-après :

Chutes utiles : 150 m., 65, 138 mètres, 145 m., 62.

Débits d'eau : 6.700 litres, 6.700 litres, 5.000 litres par seconde.

Puissances : 10.000 chevaux, 10.600 chevaux, 8.400 chevaux.

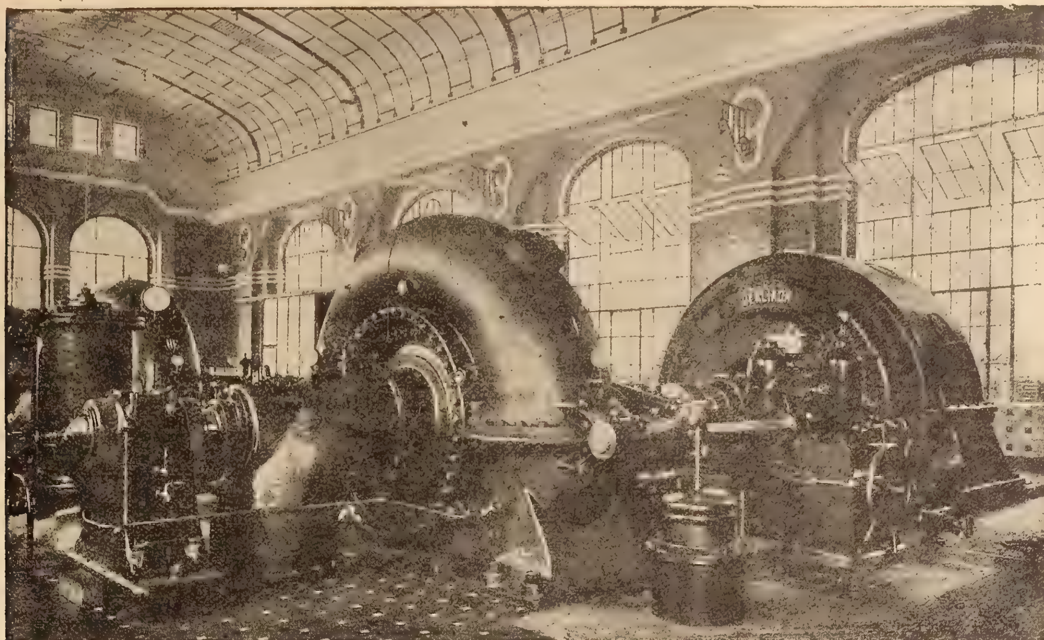


Fig. 2. — Groupe hydroélectrique. Puissance unitaire maximum : 12.500 chevaux.

Puissance maximum : 12.500 chevaux.
Vitesse normale : 500 tours par minute.
Vitesse d'emballement : 900 tours par minute.

	Chevaux	%
	—	—
Rendements aux diverses charges...	10.000	87
— — — — ...	8.500	86
— — — — ...	5.000	82
— — — — ...	2.500	63

Degré d'irrégularité entre la pleine charge et la marche à vide : 4 %.

Régulation : lorsque la charge diminue brusquement de : 2.500, 5.000, 7.500, 10.000 chevaux, la vitesse augmente de : 2,5, 5, 7,5, 10 %.

Le P D² a été prévu de 120.000 kgm².

En ce qui concerne les excitatrices, on a installé séparément deux turbines qui actionnent en même temps les machines électriques pour l'alimentation des services particuliers de la centrale. Ces deux turbines sont du type à action et présentent les caractéristiques suivantes.

Chute utile : 132 mètres. Puissance : 600 chevaux.

Débit d'eau : 460 litres par seconde. Vitesse : 600 tours par minute.

Rendement à 600 chevaux, 74 %.
— à 450 chevaux, 75 %.
— à 300 chevaux, 71 %.
— à 150 chevaux, 43 %.

Régulation : lorsque la charge diminue brusquement de : 150, 300, 600 chevaux, la vitesse augmente de : 3, 6, 15 %.

Chacune des deux turbines actionne, outre une excitatrice de 225 kilowatts un alternateur de 125 kilovolts-ampère et une génératrice de 45 kilowatts, destinée à la charge d'une batterie d'accumulateurs (fig. 3).

Dans le but de réduire les variations de vitesse aux valeurs indiquées ci-dessus, on a été dans l'obligation de recourir à un P D² additionnel, lequel est fourni par un accouplement prévu sous forme de volant entre la turbine et l'excitatrice.

Alternateurs triphasés. — Les alternateurs triphasés, construits par les ateliers de construction Oerlikon, sont accouplés rigidement à leur turbine et présentent les caractéristiques ci-après :

Puissance : normale 9.000 kilovolts-ampères.
Tension : 6.000, 6.500 volts.
Vitesse : 500 tours par minute.
Fréquence : 50 périodes.
P D² 120.000 kgm².

Pour la détermination de la puissance des alternateurs, il fallait tenir compte, en première ligne, du courant de capacité de la ligne de transport.

Ce courant s'élève à 44 ampères pour une tension de 125.000 volts en ligne au départ. Rapporté à la tension des alternateurs, ce courant prend la valeur de 920 ampères, ce qui correspond sensiblement au courant normal d'un alternateur.

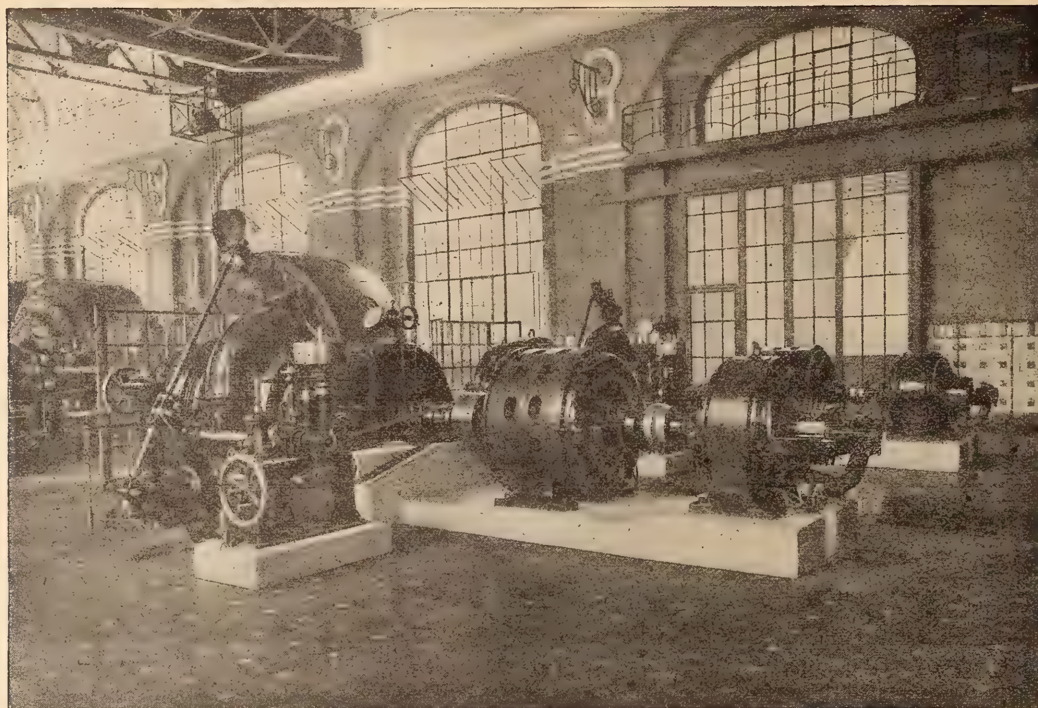


Fig. 3. — Groupes d'excitation et des services auxiliaires. Puissance unitaire : 600 chevaux.

Rendements des alternateurs à la tension moyenne de 6.250 volts :

Puissances en kVA	cos $\varphi = 1$	cos $\varphi = 0{,}8$
9.000	96,7 %	95,7 %
6.750	95,7 %	94,7 %
4.500	94,2 %	92,7 %

Chutes de tension entre la marche à vide et à pleine charge à 6.500 volts :

Cos $\varphi = 1$, 6,5 %. Cos $\varphi = 0{,}8$, 18,5 %.

La tension d'impédance étant de 600 volts. Pour protéger efficacement les alternateurs, des bobines de self furent ajoutées ; ces bobines produisent une tension d'impédance additionnelle de 600 volts, qui porte alors la tension d'impédance totale à 20 % (fig. 4).

Les alternateurs sont construits pour une puissance permanente maximum de 10.000 kilovolts-ampères, soit 8.500 kilowatts pour un cos φ de 0,85.

Au point de vue de l'isolation, de l'échauffement, de la capacité de surcharge, etc, ils sont conformes aux règles du V. D. E.

PARTIE MÉCANIQUE DES ALTERNATEURS PRINCIPAUX

L'arbre de ces alternateurs est construit en acier Siemens-Martin forgé et le croisillon du rotor est en acier coulé. Huit anneaux en une seule pièce sont enfilés à chaud sur ce croisillon, les anneaux sont en acier forgé, les pôles du rotor y sont fixés par des cales au moyen d'un système spécial aux ateliers d'Oerlikon. Ce système a donné jusqu'ici d'excellents résultats.

L'alésage du stator est de 2.500 millimètres ; la largeur du fer est de 1.200 millimètres.

Le bobinage est logé dans 120 encoches ouvertes de 20 mm., 5 de largeur et de 70 millimètres de profondeur. Le graissage des paliers est effectué à l'huile sous pression, ces paliers sont refroidis par circulation d'eau ; ils possèdent en outre à titre de réserve deux bagues de graissage. Des ventilateurs prévus de chaque côté du rotor aspirent l'air d'un canal commun et le refoulent, à travers l'alternateur, dans un canal d'évacuation qui le rejette à l'extérieur. Par suite de la pureté de l'air existant dans la région, les filtres d'air prévus n'étaient pas indispensables. L'admission d'air de ventilation est réglée par des clapets montés à l'entrée des alternateurs.

Partie électrique des alternateurs principaux. — Le stator est muni d'un enroulement formé de 240 barres, dont 2 par encoche et 80 par phase.

Le bobinage du rotor porte sur 12 bobines inductrices connectées en série ; ces bobines sont enrou-

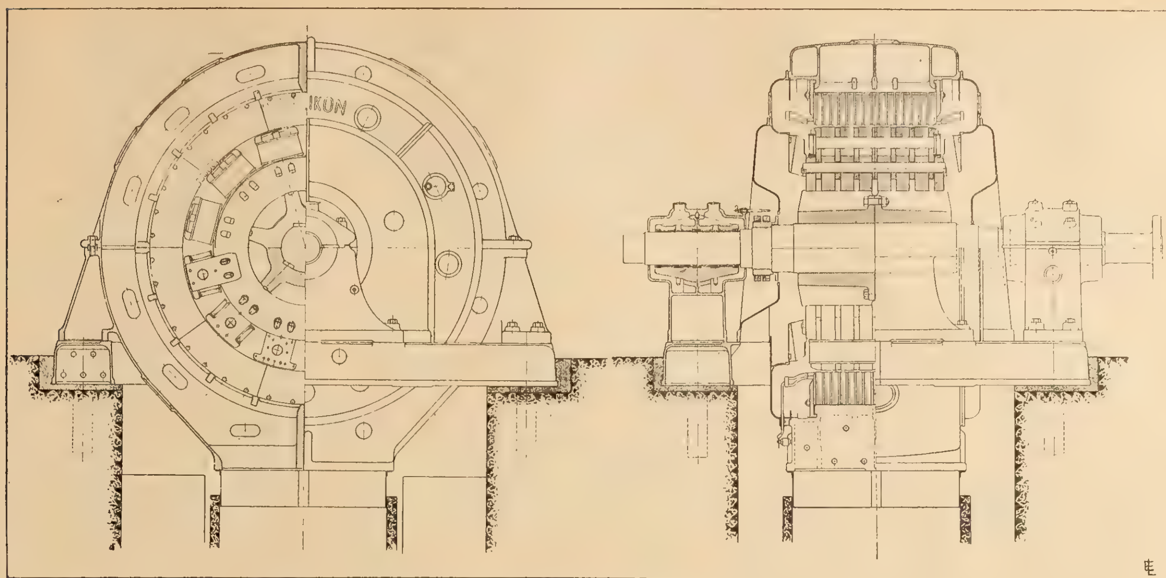


Fig. 4. — Vue avec coupes partielles des alternateurs 9.000 kVA.

lées de ruban de cuivre de 4 sur 45 millimètres et comportent 44 spires et demie par bobine.

Poids des diverses parties mécaniques:

Stator (en quatre pièces)........	41.000 kgs
Revêtements	3.000 »
Arbre	5.800 »
12 pôles complets...............	17.200 »
Coupe du rotor (2 moitiés).....	19.000 »
Plaque de fondation............	6.600 »
2 paliers	5.800 »
2 ventilateurs...................	2.000 »
Réfrigérant d'huile canalisation et accessoires	1.000 »
Total........	102.000 kgs

Par suite des difficultés particulières du transport sur une distance de 76 kilomètres entre la station du chemin de fer de Barbastro à la centrale de Seira, le poids de la pièce la plus lourde, y compris l'emballage, ne devait pas dépasser 12 tonnes ; c'est la raison pour laquelle le stator dut être construit en quatre pièces.

TRANSFORMATEURS ÉLÉVATEURS

La tension des alternateurs est élevée de 6.000 à 125.000 volts par quatre transformateurs triphasés, dont trois sont sous tension, le quatrième étant de réserve. Ces transformateurs, construits par les ateliers d'Oerlikon, sont prévus pour une puissance unitaire de 9.000 kilovolts-ampère, tension B T, 6.000 volts, tension H T, 95.000/110.000/125.000 volts et 50 périodes.

Leurs fils neutres du côté haute tension sont raccordés à une barre collectrice commune qui est mise à la terre par une bobine de self. Toutes les prises de courant sont prévues du côté basse tension. L'enroulement haute tension est connecté en étoile pour tous les rapports de transformation.

Voici les caractéristiques de fonctionnement de ces appareils :

	volts	kVA	Cos φ = 1	Cos φ = 0,8
	—	—	—	—
Rendement à	6.000/110.000	à 9.000	98,9 %	98,6 %
—	—	6.750	98.9 %	98,6 %
—	—	4.500	98.8 %	98,4 %
—	—	2,350	98 %	97,9 %

Chutes de tension à 110.000 volts:

Pour cos φ = 1 0,60 %. Pour cos φ = 0,8 6, 1 %

Pertes dans le fer à 110.000 volts : 45.000 watts.

Pertes dans le cuivre à 110 000 volts 57.500 watts.

Tension de court-circuit rapporté au couplage à 110.000 volts : 9,5 %.

Essai d'isolation : 250.000 volts, tension obtenue dans le transformateur même pendant 1 minute, avec le fil neutre de l'enroulement haute tension à la terre ; 160.000 volts pendant 1 minute entre l'enroulement basse tension et le fer.

Le refroidissement des transformateurs est obtenu par circulation artificielle de l'huile. Une pompe centrifuge, actionnée par un petit moteur triphasé de deux chevaux envoie à travers un système de serpentins réfrigérants placés dans un bassin d'eau, l'huile chaude provenant de la couche supérieure d'huile des transformateurs.

L'eau de refroidissement est prise dans la conduite forcée allant aux turbines et sa pression est réduite par une soupape de décompression. L'huile refroidie est renvoyée aux transformateurs par

***

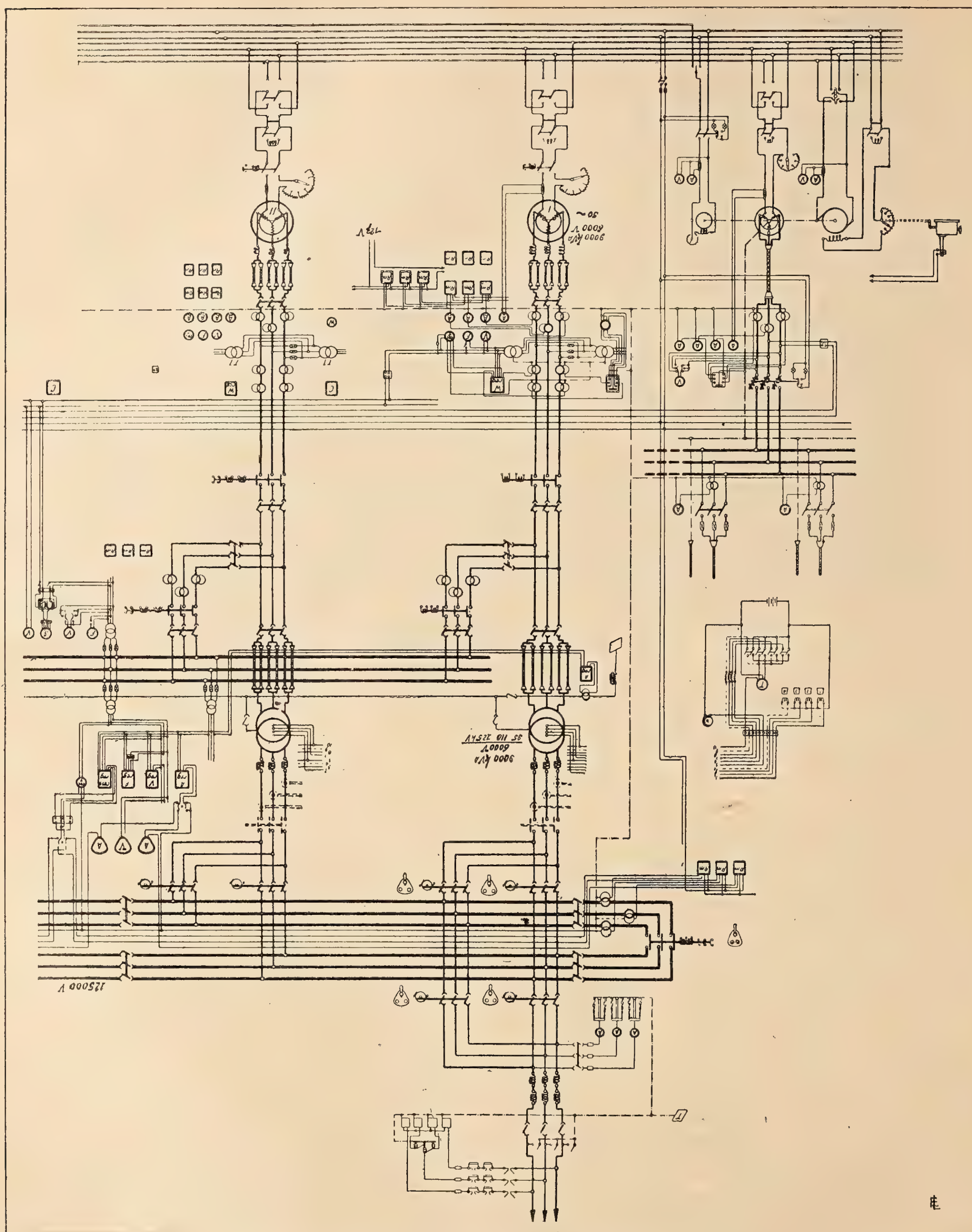


Fig. 5. — Schéma des connexions de la centrale de Seira-Barcelone.

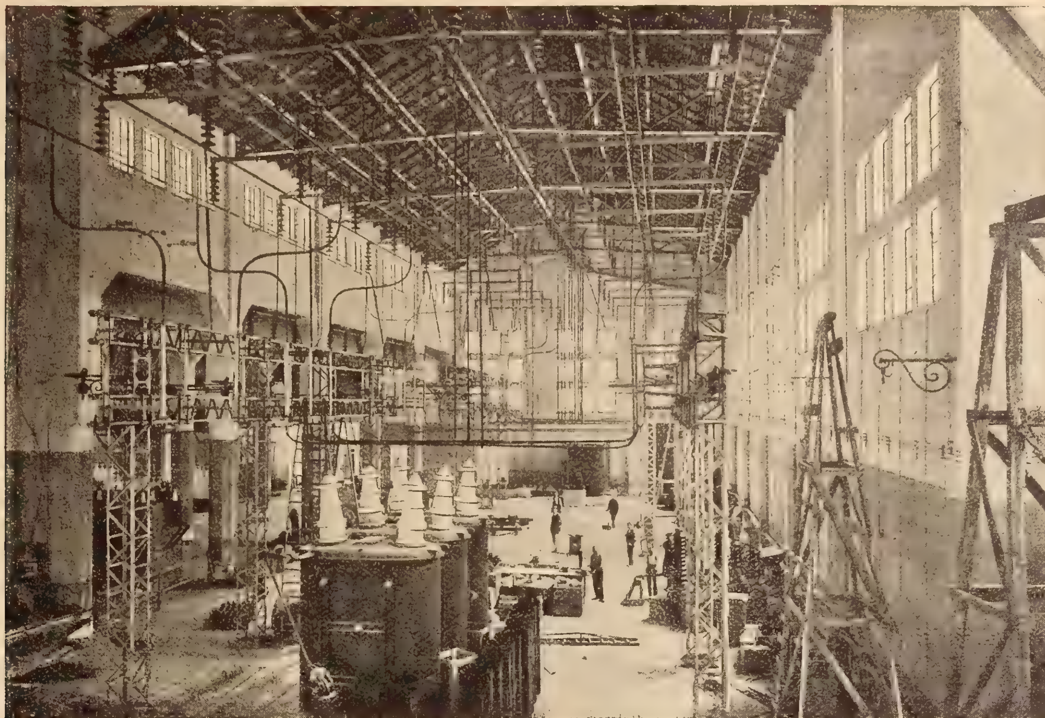


Fig. 6. — Salle des connexions à 125.000 volts.

le bas de leur cuve. Celles-ci, constituées par de la tôle de 8 millimètres, sont rivetées de façon à être étanches à l'huile et elles sont solidement renforcées à l'intérieur par des fers à T. Le conservateur d'huile est placé un peu au-dessus du transformateur.

Un tuyautage spécial, muni d'une soupape de sûreté, permet de limiter les excès de pression qui peuvent se produire dans la cuve en cas d'accident. Un thermomètre enregistreur marque la température dans la couche d'huile supérieure et un thermomètre à distance permet, en outre, de lire à volonté cette même température au tableau même de distribution.

Ces tranformateurs sont montés sur chariot. Un dispositif spécial est prévu pour leur manutention dans ou hors de leur cellule. Le pont roulant de 35 tonnes de l'atelier de réparation peut être utilisé dans ce but.

Les poids nets d'un transformateur de 9.000 kilovolts-ampères sont les suivants :

Cuve à huile..................	5.500	kgs
Conservateur d'huile..........	700	»
Partie active..................	25.800	»
Réfrigérant	2.000	»
Pompe à l'huile et moteur.....	420	»
Poids de l'huile	15.000	»
Total.......	49.220	»

Le poids de l'huile comprend celui de l'huile du réfrigérant et du conservateur.

Dans le souterrain sont installés six réservoirs d'huile de 8.700 litres chacun. Ces réservoirs sont raccordés entre eux, ainsi qu'à un filtre-presse et aux transformateurs par une tuyauterie spéciale.

Pour retirer un transformateur de sa cuve, on vide son huile dans les réservoirs indiqués; cette huile est ensuite renvoyée au transformateur en passant par le filtre-presse.

Chaque cuve est munie d'une vanne de vidange qui permet, en cas d'incendie, de laisser s'échapper rapidement l'huile en combustion dans un réservoir ouvert placé sous la cellule du transformateur et de là dans la rivière.

Il est souvent utile et même nécessaire de s'assurer de la résistance disruptive de l'huile pendant le service, Cette résistance correspond à une tension de 30.000 volts existant entre deux points distantes de 10 millimètres.

Pour maintenir en service continu cette valeur de résistance diélectrique de l'huile, qui est ici un minimum, on soumet cette dernière à un filtrage prolongé et répété à travers le filtre-presse, dont le papier est fréquemment renouvelé. Cette précaution permettra même de porter la valeur disruptive de l'huile à 40.000 volts.

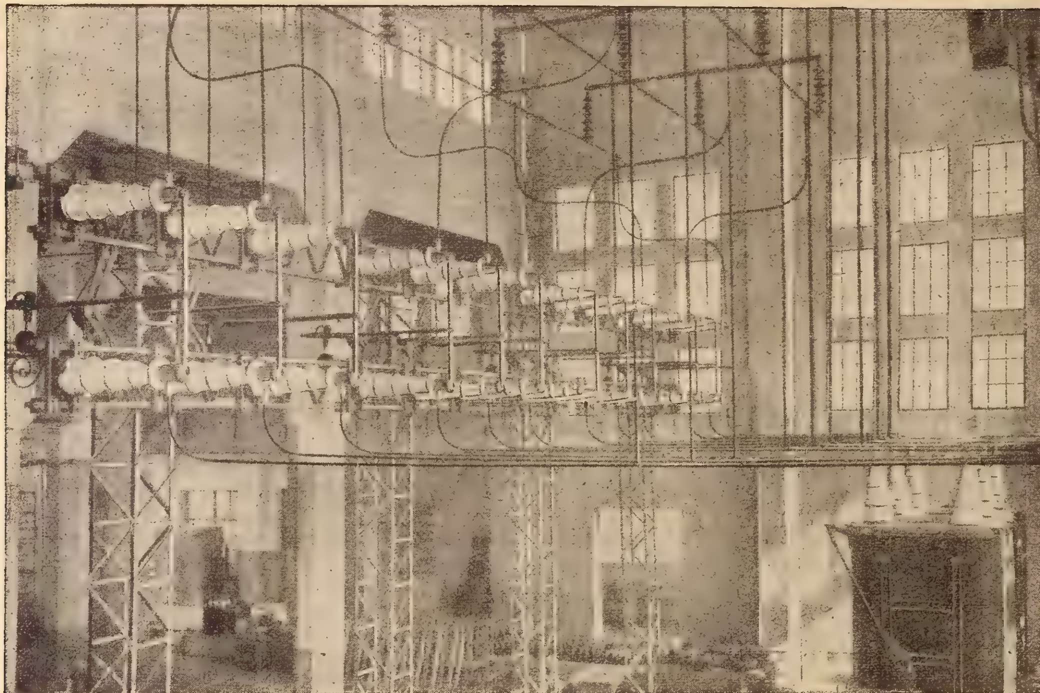


Fig. 7. — Sectionneurs et barres omnibus à 125.000 volts.

SERVICES AUXILIAIRES

Les services auxiliaires comprennent un grand nombre de moteurs, il a été prévu pour ces services deux alternateurs triphasés de 125 kilovolts-ampère, 230 volts, 50 périodes et 600 tours par minute. Le courant nécessaire à l'installation de signalisation, l'éclairage de secours, etc. est fourni par une batterie d'accumulateurs qui peut être chargée par deux génératrices de chacune 45 kilowatts, 115-165 volts et 600 tours par minute.

Dans la salle des machines, un pont roulant de 50 tonnes permet la manutention des pièces les plus lourdes. Le rotor complet d'un alternateur pèse 44 tonnes.

Les données de ce pont roulant sont les suivantes :

Vitesse de levage à 50 tours, 1m.,2 par minute.
— du chariot, 12 mètres par minute.
— de translation du pont à 50 tours, 24 mètres par minute.

Tous les moteurs de ce pont sont des moteurs asynchrones, avec rotor à bagues, prévus pour 200, 210 volts, 50 périodes. Le pont complet pèse 30 tonnes.

DISPOSITIF DE COUPLAGE

Le pupitre et le tableau de couplage sont placés à l'extrémité sud de la salle des machines, sur un podium auquel on accède par deux escaliers, et d'où l'on domine la salle des machines.

Le pupitre de couplage comprend 6 panneaux, dont 4 pour les appareils de mesures, la commande des appareils concernant les alternateurs de 9.000 kilovolts-ampère et les appareils de synchronisation, et les 2 autres pour les appareils de mesures et la commande des excitatrices.

Le tableau de couplage comprend 18 panneaux dont 10 sont à pupitre.

Ces panneaux sont distribués de la façon ci-après :

4 panneaux pour les instruments enregistreurs et les relais des alternateurs de 9.000 kilovolts-ampère.

3 panneaux pour le tableau de manœuvre.

1 panneau de réserve.

3 panneaux à pupitre pour les appareils de manœuvre des interrupteurs dans l'huile à 115.000 volts et les sectionneurs.

4 panneaux à pupitre pour les groupes auxiliaires.

2 panneaux à pupitre pour les appareils de sûreté.

1 panneau à pupitre pour la batterie d'accumulateurs (fig. 5).

Le schéma de manœuvre est un schéma uni-

polaire de la centrale; dans ce schéma, toutes les machines y figurent avec leurs connexions, et les appareils de couplage y sont représentés par des petits commutateurs unipolaires.

Le surveillant du tableau peut, en agissant sur ces commutateurs, effectuer toutes les manœuvres de couplage requises et contrôler leur exécution. Lorsqu'un disjoncteur à huile entre en fonction, le tableau de manœuvre l'enregistre aussitôt au moyen d'une lampe qui s'allume.

Les appareils des excitatrices et des groupes auxiliaires sont montés sur un tableau spécial formé de 11 panneaux, dont :

4 pour les appareils d'excitation des alternateurs de 9.000 kilovolts-ampère.

2 pour les appareils des alternateurs de 125 kilovolts-ampère.

2 pour les appareils de la génératrice servant à la charge de la batterie d'accumulateurs.

1 pour les appareils de cette batterie.

2 pour les appareils du service particulier de la centrale.

Ce tableau est placé dans la salle des machines, au-dessous du podium, d'où peuvent être manœuvrés tous les appareils. Les commandes mécaniques qui partent soit du pupitre, soit du tableau de couplage traversent le plancher du podium. Dans la salle des machines se trouvent placés aussi, sous les escaliers conduisant au podium, les régulateurs série des alternateurs de 9.000 kilovolts-ampère et les régulateurs shunt des excitatrices. Les premiers sont à commande électrique, les seconds, à commande mécanique à distance.

Les interrupteurs à 6.000 volts commandant les alternateurs sont logés dans des cellules qui se trouvent aménagées dans le fond de la salle des machines. Au même endroit sont disposés les sectionneurs, les transformateurs d'intensité et de tension, les boîtes d'extrémité de câbles des départs et un interrupteur à huile pour la résistance de charge employée aux essais.

Un système spécial de barres collectrices permet de brancher un ou plusieurs alternateurs de 9.000 kilovolts-ampère sur la résistance liquide montée dans le canal de décharge pour procéder aux essais de charge.

Derrière le tableau de couplage se trouvent encore quatre cellules pour les interrupteurs à huile, au moyen desquels les alternateurs peuvent être branchés sur les barres collectrices auxiliaires montées au-dessus des cellules. Pour permettre, en cas d'incendie, d'évacuer rapidement l'huile chaque cellule d'interrupteur est raccordée, par une conduite d'écoulement, au canal de décharge des turbines.

Les câbles à 6.000 volts qui relient les transformateurs aux interrupteurs commandant les alternateurs sont posés au plafond et suivent ensuite un caniveau spécial.

En service normal, chaque alternateur travaille sur son transformateur. Les barres collectrices auxiliaires à 6.000 volts sont alors sans courant et les transformateurs ne sont couplés que sur la haute tension.

Les barres auxiliaires servent uniquement au branchement d'un alternateur sur les deux autres transformateurs ou à la mise en parallèle de deux alternateurs.

Du côté haute tension, il est prévu un système de barres collectrices à boucle. Les conducteurs ne présentent ni pointes ni coudes brusques, ils sont formés de tuyaux à gaz raccordés entre eux par des manchons vissés et soudés. Ils sont suspendus à des chaînes de six isolateurs, essayés chacun à sec sous une tension de 50.000 volts. Suivant les besoins, les raccords entre les isolateurs de suspension sont rigides ou articulés.

Du côté haute tension, il n'y a, actuellement, que deux interrupteurs à huile, lesquels sont montés dans la boucle formée par les barres collectrices. Par la suite, chaque transformateur aura son interrupteur branché sur la haute tension (fig. 6).

Les interrupteurs à 125.000 volts sont construits pour une intensité normale de 150 ampères, une tension de 150.000 volts, un courant de court-circuit de 2.000 ampères et une tension d'essai de 300.000 volts.

Ces interrupteurs sont pourvus de résistances de choc à deux échelons et de contacts cylindriques dont la vitesse de couplage est de 1 mètre par seconde.

La commande électromagnétique est montée directement à côté des trois interrupteurs unipolaires, lesquels sont raccordés entre eux par accouplements rigides. Le poids d'un interrupteur unipolaire complet, y compris l'huile, est de 7.500 kilogrammes environ.

Des sectionneurs permettent de brancher les transformateurs à volonté sur l'un ou l'autre système de barres collectrices à 115.000 volts. Ces appareils sont de construction particulièrement soignée. Les sectionneurs des transformateurs et des lignes sont à commande électromagnétique et peuvent être manœuvrés du tableau lui-même (fig. 7).

D'autres sectionneurs prévus pour les interrupteurs et les barres collectrices sont à commande à main.

Tous ces appareils sont montés sur des constructions en treillis et construits pour les données suivantes :

Intensité normale : 100 ampères.

Tension de service : 130.000 volts.

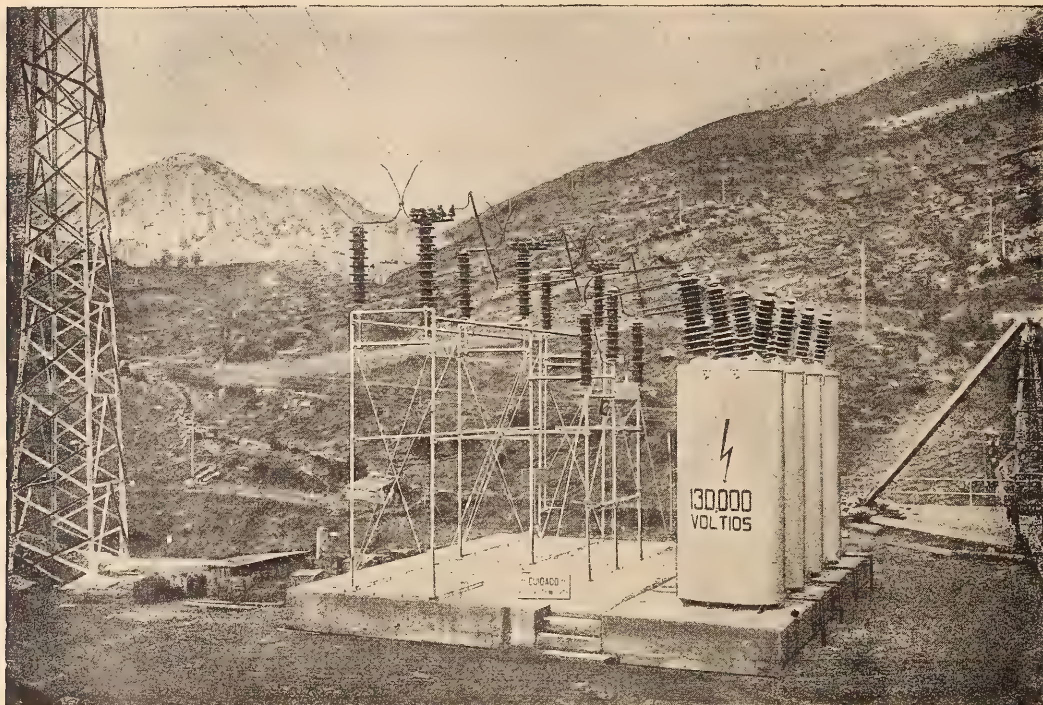


Fig. 8. — Départ des lignes à 125.000 volts et parafoudres électrolytiques.

Courant de court-circuit : 2.000 ampères.

Tension d'essai : 300.000 volts.

Comme il l'a déjà été indiqué, les fils neutres des transformateurs sont raccordés, du côté de la haute tension, à une barre omnibus et mis à la terre par l'intermédiaire d'une bobine de self.

En service normal, cette bobine de self n'est parcourue par aucun courant, mais dès qu'une phase présente une perte à la terre, elle se trouve mise sous tension ; cette tension atteint la valeur de la tension de phase, qui est de 72.500 volts, et il se produit un courant de valeur égale mais de sens opposé au courant à la terre ; ce processus empêche ainsi toute formation d'arc au point défectueux.

DISPOSITIF DE PROTECTION CONTRE LES SURTENSIONS

A sa sortie de la centrale, chacune des deux lignes de transport que comprend l'installation est munie d'un parafoudre électrolytique et d'une mise à la terre par jets d'eau. Ce dispositif est installé à l'intérieur de la centrale, en plein air.

De fortes bobines de self sont en outre intercalées dans les conducteurs au-devant des bornes des transformateurs et dans les traversées de murs par lesquelles les lignes sortent de la centrale.

Les parafoudres électrolytiques sont chargés deux fois par jour. La manœuvre à effectuer pour cette opération est simplement la suivante : on rapproche l'une de l'autre les cornes des parafoudres, dont la distance est, en service normal, d'environ 125 millimètres, distance mesurée entre des boules de 62 mm.,5 de diamètre adaptées aux cornes (fig. 8).

DISPOSITIF DE PROTECTION CONTRE LES SURINTENSITÉS

Les appareils employés pour protéger l'installation contre les surintensités sont des relais à à temps variable avec l'intensité et des relais à temps. Ils sont fournis, comme tout ce qui précède, par les ateliers Oerlikon.

Les alternateurs sont en outre protégés par des relais à retour de courant.

Ces relais sont destinés à mettre automatiquement hors circuit les alternateurs en cas d'accident interne ; ils sont également prévus, et dans le même but, sur le côté haute tension des transformateurs de 9.000 kilovolts-ampère.

Un dispositif spécial est aussi prévu pour réduire momentanément la tension des alternateurs, lorsque, en cas de courts-circuits ou de mise à la

terre accidentelle sur la ligne de transport, le courant dépasse une certaine valeur, d'ailleurs réglable, laquelle est ensuite ramenée à sa valeur normale.

Ce procédé évite le déclenchement intempestif des disjoncteurs dans la centrale en cas de courts-circuits de courte durée et les interruptions qui en résulteraient dans le service. Il ne se produit plus qu'une simple variation de tension. Toute l'installation a été étudiée et construite pour obtenir la plus grande sécurité de service, conciliée avec la plus grande simplicité et la disposition la plus claire.

LIGNES DE TRANSPORT A 125.000 VOLTS

Lorsque l'installation sera complètement achevée, elle comprendra deux lignes de transport entre Seira et Barcelone. Ces deux lignes seront distinctes et montées sur poteaux séparés.

Actuellement, une seule de ces lignes est en service. Elle mesure une longueur de 250 kilomètres. Chaque conducteur de ligne, correspondant à une phase, est formé d'un câble en cuivre de 85 millimètres carrés de section (7 fils de 4 millimètres de diamètre).

Un câble de protection contre les phénomènes atmosphériques en fil d'acier et de 50 millimètres carrés de section est tendu au-dessus des trois câbles conducteurs; il est en outre raccordé à une plaque de terre tous les quatre poteaux.

Pour l'ensemble de toute la ligne, il a été prévu quatorze types différents de pylônes en treillis. Le nombre total des poteaux s'élève à 1.512. Leur hauteur, qui varie suivant leur emplacement ou leur destination, varie de 18 à 35 mètres et leur poids de 1.125 à 5.048 kilogrammes.

La plus grande portée est de 400 mètres.

Les câbles en cuivre sont suspendus à des chaînes formées de 9 à 10 isolateurs pour les suspensions dans les régions basses, les isolateurs sont tous munis de points de décharge.

La ligne de transport traverse une contrée très montagneuse qui présente des différences d'altitude de 1.200 mètres environ.

Les câbles conducteurs forment un système qui présente un angle de torsion de 120 degrés tous les 4 kilomètres.

La résistance ohmique du câble de cuivre est de 0 ohm., 2077 par kilomètre et à la température de 15 degrés centigrades. La self induction est, par phase et par kilomètre, de 0,001395 henry et le coefficient de capacité de 0,00830 microfarad.

Le courant de charge de la ligne est de 44 ampères par phase pour une tension de 125.000 volts au départ, ce qui correspond à une puissance apparente de 9.500 kilovolts-ampère.

Sur le parcours de la ligne il existe trois sous-stations de chacune 6.000 kilovolts-ampère. Elles sont raccordées à la ligne entre Seira et Barcelone. Ce sont les sous-stations de Perarrua, de Manresa et de Sabadeff.

La sous-station la plus importante est celle de San-Andrian près de Barcelone. Elle a une puissance de 36.000 kilovolts-ampère. La tension de la ligne est transformée à cette sous-station de 50.000 à 6.000 volts.

Toute la partie électrique de cette installation a été fournie par les ateliers d'Oerlikon, qui ont bien voulu nous communiquer les diverses photographies qui illustrent la présente étude.

R. Sivoine.
Ingénieur E. T. P.

Le problème de la télévision.

++

Pratiquement, le principe des organes de reproduction photographique et cinématographique est identique; il n'en est pas de même pour les appareils destinés à transmettre à distance les photographies et les images mobiles.

Résolu d'une façon à peu près parfaite pour la transmission des photographies à distance, le problème ne l'est pas encore pour les images mobiles. La télévision est à son début et ne pourra être solutionnée qu'avec la pratique des dernières découvertes scientifiques.

Examinons, en effet, les principes de la téléphotographie et les solutions envisagées pour la télévision.

Reproduire à distance une photographie, une image, un dessin est, au premier abord très simple, il suffit, en réalité de transformer des variations physiques de l'image en variations de tension d'un courant. Au récepteur, ces dernières reproduiront l'image, par une marche inverse, à condition que les mouvements du transmetteur et de l'enregistreur soient synchrones.

De nombreux appareils ont été imaginés. Les principaux inventés par Belin, Ruhmer, Fournier, etc... utilisent, soit des variations lumineuses agissant sur du sélénium, soit des variations de relief agissant par variations directes de résistance, soit des variations chimiques agissant aussi par variations de résistance.

Des images, rendues publiques, ont d'ailleurs montré que d'excellents résultats avaient été obtenus.

La télévision ne peut emprunter les mêmes organes. Il faut, en effet, pouvoir transmettre

une série d'images à une vitesse très vive, c'est-à dire que tout organe transmetteur devra pouvoir envoyer en une seule fois, une sorte d'impression instantanée de l'image; de même tout organe récepteur devra pouvoir reproduire instantanément l'image. Pour que cette modulation se reproduise nettement au récepteur, il faudra que les deux organes soient animés de mouvements nettement synchrones (le synchronisme peut être moins rigoureux, si l'on atteint les vitesses limites).

Ces différents desiderata entraînent des difficultés pratiques qu'il semble difficile de solutionner avec les moyens que nous possédons actuellement. Nous ne disposons pas encore d'organes d'enregistrement instantané capables de transmettre une image mobile, avec un nombre réduit de fils

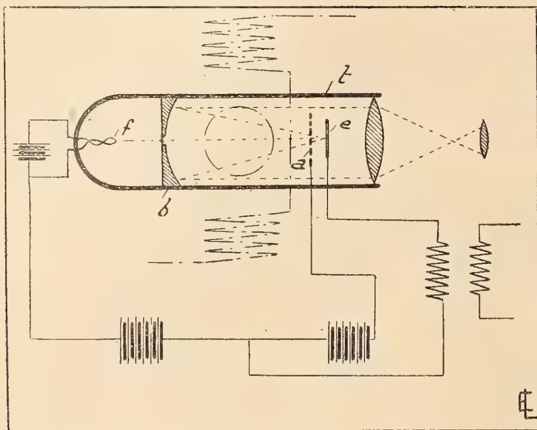


Fig. 1.

électriques; d'autre part le sélénium, élément qu'il paraît difficile d'éviter en télévision, possède une inertie photo-électrique beaucoup trop grande.

Malgré toutes ces difficultés, un brevet récent utilise les derniers progrès scientifiques et apparaît être sur la bonne voie. Nous doutons d'une réussite parfaite, étant donné la sensibilité des instruments à employer et les tâtonnements nombreux qui accompagnent toute tentative de ce genre, et font apparaître trop souvent l'abîme existant entre la pensée créatrice et la mise en pratique.

L'appareil transmetteur (fig. 1), comporte en principe un tube à vide opaque *t*, divisé en deux parties; dans la première, se trouve un filament incandescent *f* chargé d'émettre des électrons. La séparation est constituée par un miroir *b*, percé en son centre d'un trou d'aiguille, laissant libre passage aux électrons, qui viennent frapper un écran *e*, formé par une susbtance photo-électrique (thallium, potassium, etc.).

Ce choc produit une émission secondaire d'électrons, qui varie avec l'éclairement de *e* (à cause de la dissociation d'électrons, produite par l'action de la lumière). Ces électrons se dirigent vers une anode *a* en spirale, freinant ainsi le courant d'électrons primaires et faisant varier le courant filament-écran. Si l'écran *e* et la spirale *a* sont portés à des potentiels bien déterminés, on obtient ainsi un moyen de faire varier instantanément le courant entre les deux organes, suivant la variation d'éclairement d'un point de l'écran *e*. (variation qui peut être transmise par fil ou san fil).

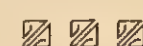
Pour transmettre une image mobile, il faudra que tous les points de l'écran soient soumis à un courant d'électrons venant de la source *f*, et cela dans un temps très court; il faut d'autre part, que cette sorte d'impression instantanée soit opérée à l'aide du même courant.

La méthode utilisée ici est extrêmement ingénieuse; elle consiste à donner un mouvement en spirale très rapide au faisceau d'électrons lui permettant de parcourir tous les points de l'écran *e* en une fraction de seconde (1/20). Sachant que le faisceau d'électrons est dévié par un champ magnétique, la méthode consiste à disposer quatre bobines, deux par deux à angle droit. et à faire passer dans chaque groupement un courant alternatif décalé et à amplitude variable.

Le récepteur est identique au transmetteur, mais on utilise ici l'effet luminescent du faisceau cathodique en le faisant frapper une anode pourvue de substance fluorescente (sel d'urane, métaux alcalino-terreux), les variations d'intensité lumineuse étant provoquées par les variations de tension du transmetteur.

L'appareil paraît, comme on le voit, donner la solution du problème ou tout au moins ouvrir un horizon nouveau aux inventeurs.

P. Maurer.



Les automobiles électriques aux Etats-Unis.



Des statistiques récentes montrent qu'il existe aux Etats-Unis 9.872 automobiles électriques dont 7.814 (soit 79 %) sont réparties entre 20 villes, parmi lesquelles New-York occupe le premier rang avec 3.541 voitures, Chicago le second avec 1.450, Philadelphie le troisième avec 575, Boston le quatrième avec 335.

M. G.



EXTRAITS — COMPTE-RENDUS

Un nouvel acier pour aimants permanents.

Un acier possédant des propriétés remarqubles a été découvert récemment par MM. H. Takagi et K. Honda et les caractéristiques en ont été données dans *The Physical Review*. Cet alliage est un acier spécial contenant du colbalt, du tungstène et du chrome dans les proportions suivantes :

Carbone : 0,4-0,8 %; Colbalt : 30-40 %; Tungstène : 5-9 %; Chrome : 1,5-3 %.

Cet acier étant plutôt fragile, on doit prendre de grandes précautions en forgeant le lingot, mais avec suffisamment d'habitude on arrive à lui donner une forme quelconque. La trempe la meilleure s'obtient dans un bain d'huile lourde à 950°. L'acier K. S. ne nécessite pour ainsi dire aucun traitement thermique afin de pouvoir être utilisé comme aimant permanent dans les instruments électriques.

Les mesures décrites ci-après furent faites sur une tige cylindrique de 20 centimètres de longueur et de 5 millimètres d'épaisseur. L'intensité de l'aimantation fut mesurée par la méthode balistique usuelle. La bobine magnétisante avait 40 centimètres de longueur comprenant 13 couches de fil de cuivre isolé de 1mm.,3 environ d'épaisseur; la constante de la bobine était $n = 483{,}4$; n, nombre de tours par unité de longueur. Le champ effectif était calculé au moyen de la relation connue $H = H' - IN$, H' : champ créé par la bobine, I : intensité d'aimantation et N : facteur démagnétisant.

Magnétisme rémanent et force coercitive. — L'intensité du magnétisme rémanent I_r et la force coercitive H_c constituent deux quantités importantes pour un aimant permanent. Comme ces quantités croissent avec le champ magnétisant, on utilisa dans les expériences un champ de 1.500 gauss. On peut obtenir différents alliages auxquels correspondent différentes valeurs de I_r et de H_c en variant les proportions de carbone, de tungstène, de cobalt et de chrome. Le tableau suivant donne un certain nombre des valeurs obtenues jusqu'à présent :

Echantillon	I_r (C. G. S.)	H_c (gauss)
N° 1	920	226
N° 2	841	221
N° 3	828	245
N° 4	620	257

La force coercitive est d'environ trois fois plus grande que celle du meilleur acier au tungstène connu jusqu'à présent. Le magnétisme rémanent est aussi supérieur à celui de l'acier au tungstène.

Dureté et microstructure. — La dureté d'un acier est étroitement liée à sa microstructure. En général plus l'acier est dur et plus sa structure est fine. Nous donnons dans le tableau suivant les valeurs des résultats donnés par les essais Brinell et Shore :

	BRINELL	SHORE
Dureté (recuit)	444	38
Dureté (trempé)	652	55

La dureté est aussi intimement liée aux propriétés magnétiques : ainsi un acier dur au point de vue mécanique est également dur au point de vue magnétique. L'acier K. S. étant très dur, et ayant une structure très fine, ne peut être aimanté facilement; mais, après avoir été fortement aimanté une fois, son magnétisme rémanent est très grand et ne s'affaiblit que difficilement.

Courbes d'hystérésis. — Le tableau suivant donne les valeurs de l'intensité d'aimantation observées dans différents champs magnétisants pour deux échantillons du même acier, l'un trempé, l'autre recuit.

RECUIT		TREMPÉ	
H (gauss)	I (C. G. S.)	H (gauss)	I (C. G. S.)
19	281	53	54
30	805	91	107
78	1227	200	365
247	1372	295	909
377	1410	344	998
675	1450	581	1171
776	1465	870	1266
960	1479	982	1293
1322	1499	1281	1346

D'après ces nombres, on peut tracer des courbes d'hystérésis correspondant à une variation du champ magnétisant de — 1.300 à 1.300.

Dans l'acier recuit, la force coercitive est égale à 30 gauss seulement; tandis que dans l'acier trempé, elle s'élève à 238 gauss et l'aire de la boucle est extrêmement grande, la perte d'énergie correspondante étant égale environ à 909.000 ergs. Cette même quantité est égale à 290.000 ergs pour les meilleurs aciers au tungstène.

Effet du vieillissement artificiel. — Un aimant permanent est toujours soumis à une force démagnétisante due à la distribution finale du magnétisme. Cette force croît rapidement lorsque le rapport des dimensions de l'aimant étudié décroît. L'aimant est soumis à des vibrations moléculaires sous l'influence de la force démagnéti-

sante; à la suite d'un échauffement prolongé, le magnétisme rémanent est en général considérablement réduit, surtout avec un aimant court pour lequel la force démagnétisante est grande. L'acier K. S. ayant une grande force coercitive, on peut s'attendre à ce qu'il oppose une grande résistance à l'effet produit par un échauffement prolongé.

La figure 1 traduit graphiquement l'influence

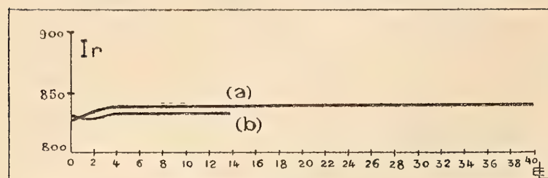


Fig. 1.

d'un chauffage dans l'eau bouillante. Un barreau d'acier K. S. de mêmes dimensions que celles indiques précédemment, trempé et fortement aimanté au moyen d'une bobine, a ensuite été chauffé à température constante dans de l'eau bouillante; on a mesuré l'intensité du magnétisme rémanent à intervalles réguliers pendant une période de 40 heures. La courbe nous montre que, pendant les trois premières heures, la valeur du magnétisme rémanent augmente légèrement et reste ensuite; parfaitement constante. En général, pour d'autres aciers aimantés K. S. on observe une légere diminution du magnétisme rémanent pendant la première ou les deux premières heures d'échauffement et ensuite une augmentation jusqu'à sa valeur primitive au bout de trois heures; l'aimantation reste ensuite constante (courbe *b*). Cette diminution et cette augmentation du magnétisme sont dus à l'action simultanée de deux causes opposées.

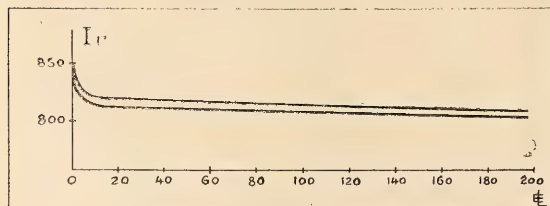


Fig. 2.

La diminution résulte des vibrations moléculaires causées par l'échauffement et l'augmentation provient de la trempe; c'est-à-dire que pendant l'échauffement, une petite fraction des carbures, existant dans l'acier à l'état de solution solide, est mise en liberté et le magnétisme croit. Les effets de ces deux causes atteignent bientôt leurs valeur asymptotiques lorsqu'on prolonge l'échauffement. La superposition de ces deux effets donne la courbe décroissante *b* comme le montre l'expérience.

Quand le premier effet est très petit, le phénomène est représenté par la courbe *a*.

On observe également l'influence de chocs répétés; un échantillon de la même dimension que précédemment fut trempé et aimanté par un champ intense; il possédait au début un magnétisme rémanent de 854 unités C. G. S. On fit deux séries d'expériences; dans la première, on faisait tomber l'échantillon plusieurs fois sur un plancher en bois d'une hauteur d'un mètre, dans la seconde, on le faisait tomber de la même hauteur sur un sol bétonné. Le résultat des expériences est donné graphiquement par les deux courbes de la figure 2. Les intensités du magnétisme rémanent sont portées sur l'axe des y et le nombre de chutes sur l'axe des x. Le magnétisme diminue d'abord rapidement pendant les vingt premières chutes et ensuite très lentement. La chute sur le sol bétonné a un effet démagnétisant supérieur d'environ

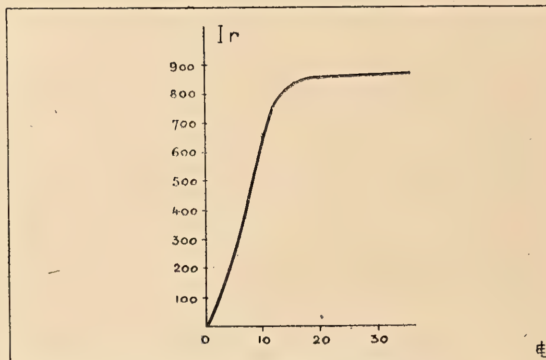


Fig. 3.

6 unités C. G. S. à celui dû à la chute sur le plancher en bois. L'intensité du magnétisme rémanent diminua d'environ 854 à 800 unités C. G. S. après 850 chutes répétées sur un sol bétonné.

Influence du rapport des dimensions sur l'intensité du magnétisme rémanent. — Lorsque le rapport des dimensions d'un aimant permanent diminue, la force démagnétisante agissant à l'intérieur de l'aimant devient plus grande et le magnétisme rémanent décroît rapidement. La résistance à cette action démagnétisante est mesurée par la force coercitive. Si l'on diminue progressivement la longueur d'un barreau aimanté, une substance ayant une petite force coercitive subit une plus grande diminution du magnétisme qu'une substance ayant une plus grande force coercitive. C'est pourquoi l'acier K. S. présente de grands avantages sur les aciers ordinaires au tungstène. Lorsque le rapport des dimensions est égal à 15, le magnétisme rémanent de l'acier K. S. est d'environ 1,8 supérieur à celui de l'acier au tungstène.

La figure 3 représente la courbe des variations de I_r avec le rapport des dimensions pour l'acier K. S. Elle montre combien le magnétisme rémanent croît d'abord rapidement lorsque le rapport des dimensions croît, et puis devient indépendant de celui-ci lorsqu'il atteint la valeur 20.

Résumé. — 1° L'acier K. S. possède une force coercitive extrêmement élevée ; l'intensité de son magnétisme rémanent est également bien plus grande que celle des aciers ordinaires au tungstène.

2° L'aire de la boucle d'hystérésis de l'acier K. S. est très grande ;

3° L'acier K. S. trempé est très dur au point de vue mécanique et à une microstructure très fine.

4° Le magnétisme rémanent de l'acier K. S. ne diminue pas sensiblement lorsqu'on chauffe celui-ci pendant plusieurs heures à 100°C.

5° 850 chutes répétées d'un barreau d'acier d'une hauteur d'un mètre sur un sol bétonné diminuent le magnétisme de 6 % seulement de sa valeur initiale.

6° L'acier K. S. convient particulièrement pour des barreaux aimantés courts.

M. G.

Un fusible-disjoncteur haute tension.

En Amérique et en Angleterre on est revenu, depuis quelques années, à l'emploi de coupe-circuits à fusible ou plutôt de fusible disjoncteur pour la protection de réseaux haute tension en cas de courts-circuits.

Un changement radical de la conception des fusibles en ce qui concerne leur construction est intervenu. Les fusibles employés autrefois ont été la cause de tant de déboires pendant leurs essais, qu'il est facile de comprendre l'hésitation avec laquelle on est revenu à une protection de ce genre. En Angleterre, par exemple, il y a eu toute une série d'accidents avec les fusibles H T. L'un des premiers types d'environ 90 centimètres de longueur était fixé horizontalement. On les avait employés dans un certain cas pour protéger des câbles posés le long d'un canal. Une nuit le câble en question fut endommagé. Le court-circuit qui s'ensuivit ne fut pas interrompu par le fusible car il s'y produisit un passage d'arc.

Cette expérience fit abandonner le type de fusible décrit plus haut.

Le successeur de ce type était un fusible assez court, intercalé entre deux petites « bombes » remplies de CO^2. Le fusible faisait en fonctionnant un trou dans chacune de ces deux bombes et le CO^2 était censé devoir interrompre l'arc. Ceci ne fut apparemment pas toujours le cas, car la rupture d'un arc de 6.000 volts avec plusieurs milliers de kilowatts comme charge n'est pas toujours si simple.

Comme troisième essai on trouve le fusible à bain d'huile Ferranti. Un ressort sous bain d'huile était maintenu par un fusible disposé en dehors de l'huile sous tension. Dès que le fusible fonctionnait le ressort était lancé et submergé sous l'huile. Le tableau de distribution de Bristol avait été muni de ces fusibles. Un jour pourtant, l'arc, au lieu de se laisser interrompre dans son bain d'huile, mit le feu à ce dernier et tout le tableau fut détruit.

Après cette expérience fâcheuse, l'appareillage automatique prit sans aucune contestation le premier rang. Mais cet appareillage a également certains grands inconvénients. Un disjoncteur, prévu pour fonctionner à 100 ou 200 ampères, peut, lors d'un court-circuit sérieux, recevoir une surcharge de plusieurs milliers d'ampères et dans de telles circonstances les disjoncteurs ont parfois éclaté.

La station centrale de grande capacité a développé des difficultés inconnues auparavant, parmi lesquelles les courts-circuits jouent un rôle prédominant. Le prix élevé de l'appareillage est également en certains cas prohibitif et on voit des stations de premier ordre dans lesquelles la protection est rudimentaire. On y a renoncé aux disjoncteurs pour courts-circuits, vu l'incertitude qu'ils donneraient satisfaction sous tous les points de vue.

Par suite de ces considérations, les recherches concernant l'emploi des fusibles pour H. T. ont été reprises, et la Société « Electric Control », de Glasgow, a introduit récemment un nouveau type de fusible qui présente en même temps les avantages d'un disjoncteur. Ce fusible consiste en un tube épais et robuste en verre de même résistance et qualité que les tubes qu'on emploie pour les indicateurs de niveau pour chaudières. Ce tube, fermé par deux culasses en laiton, est rempli d'un liquide non inflammable d'une rigidité diélectrique d'environ 100.000 volts par centimètre. Le liquide en question est un des plus puissants extincteurs de flamme connus.

Un puissant ressort à boudin est fixé à l'intérieur du tube à l'une des culasses. L'autre extrémité du ressort tendu passe à travers un piston en liège et est reliée à un fil fusible lequel est fixé à l'autre culasse (fig. 1).

Le piston en liège est rigidement fixé sur le bout du ressort et ce piston est traversé par un petit tube servant à diriger le liquide dont le tube est rempli.

Lorsque le fusible fond, l'extrémité du ressort portant le piston est libérée et conséquemment rappelée brusquement en arrière, ouvrant le circuit instantanément sur une longueur plus que suffisante. En même temps, le liquide extincteur est forcé à travers le tube directeur qui traverse le piston et est dirigé sous pression sur l'arc qu'il éteint.



Fig. 1.

La longueur de l'ouverture du circuit et la haute rigidité diélectrique du liquide extincteur obtiennent un coefficient de sécurité équivalent à plusieurs centaines de milliers de volts.

La figure 2 représente un de ces fusibles disjoncteurs fonctionnant à 66.000 volts sous une charge de 18.000 kilowatts en court-circuit. Sous H.T. le flux du courant pendant un court-circuit atteint parfois des valeurs considérables. Pendant cet essai, le fusible de 1 ampère a reçu une pointe de courant de 1.000 ampères. On pourrait croire que dans un tel cas le fusible ne pourrait plus être d'aucun avantage. Au contraire, l'interruption est d'autant plus soudaine que le courant augmente d'intensité.

Les essais exécutés prouvent que le court-circuit fut interrompu dans 0,03 secondes au maximum, c'est-à-dire au moins 5 fois plus vite qu'avec un disjoncteur à bain d'huile spécial à action rapide.

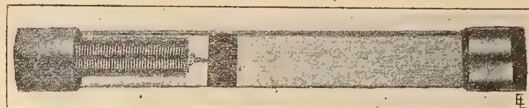


Fig. 2.

Les fusibles de ce genre ne sont pas prévus pour fonctionner sous une surcharge normale de quelque durée, mais seulement sous des surcharges extrêmement sévères telles que celles produites par des courts-circuits, c'est-à-dire 2 à 8 fois la charge normale.

Pour les surcharges ordinaires, on continuera à se servir de disjoncteurs à maxima et à temps. Ces derniers, ne fonctionnant qu'après un certain temps, se trouveront effectivement protégés contre les effets de courts-circuits par le fusible disjoncteur, puisque ce dernier interrompt le circuit en environ 0,03 secondes, bien avant que le disjoncteur ne soit soumis à l'atteinte du court-circuit et qu'il ait le temps de se déclancher. C. W.

Informations.

Autorisations. — Concessions.

Bas-Rhin. — La commune d'Altkirch a présenté une demande de permission de voirie à l'effet d'établir un certain nombre de canalisation destinées à renforcer le réseau communal de distribution, exploité en régie, sous un régime non conforme au décret du 8 octobre 1917.

Calvados. — Une conférence a été tenue entre l'ingénieur du génie rural et l'ingénieur en chef du contrôle des distributions d'énergie électrique, au sujet de l'établissement d'un réseau rural de distribution d'énergie électrique dans la commune d'Hérouville-Sainte-Claire.

La société d'électricité de Caen a obtenu une concession d'Etat, avec déclaration d'utilité publique pour l'établissement et l'exploitation d'une distribution d'énergie aux services publics comprenant trois lignes de transport, reliant la centrale de Caen à Blainville, à Mézidon et à la ligne à haute tension de Caen à Condé-sur-Noireau, en empruntant le territoire des communes de Caen, Hérouville, Colombelles, Blainville, Moudeville, Cormelles, Grentheville, Soliers, Frénonville, Bellengreville, Vimont, Moults, Airai, Cesny-aux-Vignes, Ouezy, Canon et Mézidon.

Une conférence a été tenue, entre l'ingénieur en chef du génie rural et l'ingénieur en chef du contrôle des distributions d'énergie électrique, en vue de l'établissement d'un réseau rural de distribution d'énergie électrique dans la commune d'Hérouville-Sainte-Claire.

Ce réseau serait alimenté par la ligne triphasée 18.000 volts Caen-Cabourg, appartenant à la Société d'électricité de Caen.

L'alimentation de trois agglomérations voisines est envisagée dans le projet qui comprend un réseau haute tension et un réseau basse tension.

Les dépenses d'établissements dépasseraient 100.000 francs.

Haute-Marne. — Un Syndicat des dix-neuf communes de la région de Bourbonne-les-Bains vient d'être constitué en vue de réaliser dans le plus court délai possible une distribution d'énergie électrique. Le syndicat dénommé syndicat agricole pour l'électrification de la région bourbonnaise a son siège à la mairie de Bourbonne-les-Bains.

Haute-Saône. — La Société d'intérêt collectif agricole d'électricité de Ray-Cendrecourt (Haute-Saône), se propose d'étendre son réseau de distribution d'énergie électrique dans un certain nombre de communes du département précité.

Indre-et-Loire. — La déchéance a été prononcée contre la Société concessionnaire de la distribution publique d'énergie électrique à tous usages de la commune de Neuvy-le-Roi.

Isère et Rhône. — La Société foncière et industrielle du Rhône et la Société générale de force et lumière ont demandé l'autorisation de porter respectivement la tension des lignes Bellegarde-Pont-l'Evieu et Pont-l'Evieu-Lyon établies par permission de voirie de 4.500 volts à 75.000 volts.

Sur avis conforme du comité d'électricité, le Ministre des travaux publics a autorisé cette élévation de tension sur ces deux lignes qui en réalité ne forment qu'une même artère exploitée par deux sociétés différentes.

Marne. — Une conférence a été tenue entre les ingénieurs du Génie rural et des distributions d'énergie électrique en vue de l'établissement d'un réseau rural de distribution d'énergie électrique :

1° Dans la commune d'Aigny.

2° Dans le syndicat des communes de Sommepy, Sainte-Marie-à-Py et Saint-Souplet.

1° La commune d'Aigny (Marne) demande le concours du service du Génie rural pour la construction d'un réseau de distribution électrique. Elle est en pourparlers avec la Société électrique des Usines du Nord et de l'Est, à Epernay, pour la construction et l'exploitation du réseau projeté.

2° Le syndicat des communes de Sommepy, Sainte-Marie-à-Py et Saint-Souplet, demandent la construction d'une ligne à haute tension triphasée à 15.000 volts. Cette ligne se raccordera à Saint-Hilaire-le-Petit, à la ligne de 15.000 volts de la vallée de la Suippe, appartenant à la S. P. D. E. et en cours de construction actuellement.

Moselle. — La commune d'Uckange a présenté une demande de permission de voirie à l'effet d'établir un certain nombre de canalisations destinées à renforcer le réseau communal de distribution exploité en régie sous un régime non conforme au décret du 8 octobre 1917.

Nord. — La Société « Énergie électrique du Nord de la France » a sollicité l'autorisation d'établir, en vertu de permission de voirie provisoire, une ligne d'énergie électrique à haute tension entre Hellemmes et Lille, destinée à alimenter la concession communale H. T. de Lille.

Cette autorisation lui a été accordée à ses risques et périls et sous certaines conditions.

— La Compagnie des mines d'Ostricourt a demandé l'autorisation d'établir, par permission de voirie, une canalisation électrique aérienne à 3.000 volts, empruntant le territoire des communes de Moncheaux (Nord) et de Leforest (Pas-de-Calais).

La canalisation dont il s'agit sera branchée sur la ligne (établie avant la guerre sous le régime des permissions de voirie) reliant les fosses n°s 6 et 7 de la compagnie pétitionnaire et elle est destinée à alimenter la briqueterie mécanique du domaine de Moncheaux, à Leforest, qui appartient à ladite compagnie. Cette installation ne devant comporter aucune vente de courant au public, rentre, dès lors, dans la catégorie des lignes particulières d'énergie électrique, et peut, à ce titre, être autorisée par permission de voirie.

L'instruction de cette demande est en cours.

— La Compagnie des mines d'Anzin a demandé l'autorisation d'établir une canalisation électrique souterraine, destinée à fournir à la fosse de Roeulx le force motrice nécessaire pour actionner un treuil d'extraction et différents moteurs. Cette canalisation serait installée d'une part, dans les emprises de la voie ferrée de Busigny à Somain concédée à la Compagnie du chemin de fer du Nord et, d'autre part, dans les emprises de la voie ferrée de Somain à Anzin et à la frontière belge.

L'autorisation demandée a été accordée, sous quelques réserves.

— M. Duverger a sollicité l'autorisation d'établir, en vertu de permissions de voirie, une canalisation électrique à haute tension destinée à relier deux usines hydro-électriques situées sur leterritoire de la commune d'Haspres.

— La commune de Camphin-en-Carembault se propose d'installer sur son territoire un réseau de distribution d'énergie électrique.

Seine. — La Société « Union d'électricité » a sollicité l'autorisation d'établir une canalisation souterraine à haute tension entre le pont de Conflans et le quai de la Gare, en vue de l'alimentation en énergie de l'usine des Grands Moulins de Paris.

La canalisation dont il s'agit serait ultérieurement comprise dans la concession de distribution d'énergie aux services publics demandée par la société susvisée et actuellement en cours d'instruction.

Seine-et-Marne et Seine-et-Oise. — La Société « l'Omnium français d'électricité » a demandé l'autorisation d'établir, sous le régime des concesssions d'Etat, une distribution d'énergie électrique aux services publics sur le parcours compris entre Boissise-le-Roi, Chailly-en-Bière et Milly, en empruntant le territoire des communes ci-après :

Dans le département de Seine-et-Marne : Boissise-le-Roi, Pringy, Saint-Sauveur-sur-Ecole, Perthes, Chailly-en-Bière, Barbizon, Saint-Germain-sur-Ecole.

Dans le département de Seine-et-Oise : Soisy-sur-Ecole, Dannemois, Moigny, Courances, Milly.

Tarn et Haute-Garonne. — La Société pyrénéenne d'énergie électrique a demandé l'autorisation d'établir, sous le régime des concessions d'Etat, une distribution d'énergie aux services publics entre Carmaux et Ondes, en empruntant le territoire des communes ci-après :

Dans le Tarn : Carmaux, Blaye, Le Garric-Lescure, Arthès, Albi, Castelnau de Lévis, Labastide de Lévis, Rivières, Brens, Montans, Parisot, Loupiac, Giroussens, Couffouleux, Saint-Sulpice, la-Pointe.

Dans la Haute-Garonne : Buzet, Paulhac, Bazus, Villariès, Labastide-Saint-Cernin, Garges, Cépet, Villeneuve-les-Bouloc, Bouloc, Ondes.

Les établissements Brusson Jeune ont demandé l'autorisation d'établir, sous le régime des concessions d'Etat, une distribution d'énergie électrique aux services publics, entre Villemer et Orgueil, en empruntant le territoire des communes ci-après :

Dans le département du Tarn-et-Garonne : Varennes, Villebrumier, Mohic et Orgueil.

Dans le département de la Haute-Garonne : Villemer.



Valeur des Index économiques électriques.

2e TRIMESTRE 1922 (*suite et fin*)

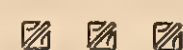
DÉPARTEMENTS	Haute tension.	Basse tension.
Cher	148	198
Indre	148	198
Loir-et-Cher	148	198



Prix des charbons pr l'industrie électrique.

2e TRIMESTRE 1922 (*suite*)

Départements.	SOCIÉTÉS.	Prix homologué.
Cher.	— Production, transport et disrribution. Usine à Bonrges	107.20
Cher.	— Le centre électrique. Usine à Vierzon	116.79



Subventions communales annuelles.

Diverses sociétés d'entreprises électriques en instance de concession auprès d'un certain nombre de communes de la région de l'Ouest se proposent de substituer au mode de participation des communes dans les dépenses de premier établissement, prévu par l'article 5 du cahier des charges-type la rédaction suivante :

« La commune ne participant pas aux dépenses de premier établissement, garantira au concessionnaire, à l'aide d'une subvention annuelle, une recette brute de vente de l'énergie égale à 10 % des dépenses de premier établissement.

« Cette subvention sera diminuée chaque année de la moitié des recettes brutes de vente.

« Dans le calcul des dépenses, on fera entrer seulement les dépenses réelles d'exécution des travaux, avec une majoration forfaitaire de 15 % pour frais divers. »

La question s'est posée de savoir si une telle clause ne constitue pas une dérogation au cahier des charges-type.

La subvention communale prévue par l'article 5 du cahier des charges-type du 28 juin 1921 qu'elle soit proportionnelle aux dépenses de premier établissement ou forfaitaire est une subvention en capital à verser au fur et à mesure de l'avancement des travaux.

Or les sociétés de distribution dont il s'agit ne demandent pas aux communes une subvention en capital, mais bien un versement annuel égal à 10 % des dépenses d'établissement sous déduction ;s 50 % des recettes brutes de l'année.

Ce mode de subvention semble pouvoir être dmis, mais on ne peut le considérer comme autorisé par le cahier des charges-type et son adoption paraît constituer une dérogation nécessitant l'approbation par décret de l'acte de concession.

J. DE LA RUELLE.



Inventions. — Appareils et procédés nouveaux

CONDENSATEUR ÉLECTROSTATIQUE

Il comprend (fig. 1) des électrodes *e* ne supportant qu'une partie de la tension totale. Elles sont métalliques et creuses, et les rebords sont arrondis pour éviter les pertes par effluves.

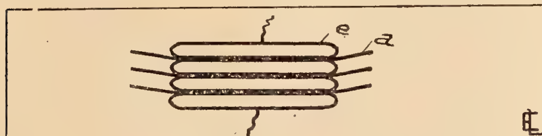


Fig. 1.

Le diélectrique *a* est intercalé entre les électrodes *a*.

Dans ces conditions, les électrodes sont en série et ne supportent qu'une partie de la tension totale. (Br. Fr. 540.120. — Compagnie française Thomson-Houston).

CONDENSATEUR A HAUTE TENSION

Ce condensateur est destiné à diminuer l'énergie réactive des lignes à haute tension. Il est constitué (fig. 2) par un faisceau de tubes isolants *t* en cristal, plongeant dans une cuve *c* contenant un électrolyte.

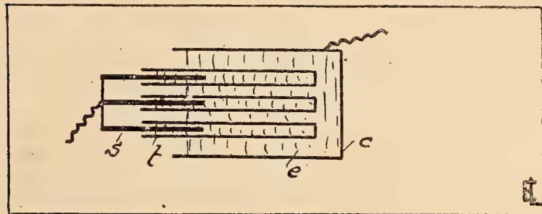


Fig. 2.

Les armatures S plongeant dans les tubes *t* constituent avec l'électrolyte) une des armatures.

L'électrolyte contenu dans la cuve *c* constitue l'autre armature. (Br. Fr. 540.008. — Outtier),

TRANSFORMATEUR STATIQUE PERFECTIONNÉ

Ce transformateur est destiné à transformer du courant diphasé en monophasé, et ne comporte qu'un seul circuit magnétique (fig. 3).

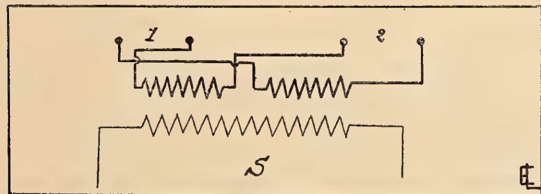


Fig. 3.

Au primaire, les deux enroulements sont branchés et montés pour donner un flux de même sens et en phase.

Le secondaire comporte un simple enroulement. (Br. Fr. 535.760. — Longuepain).

LAMPE ÉLECTRIQUE POUR MINES

Dans une telle lampe (fig. 4), la ou les bornes 5 sont entourées par des manchons en caoutchouc 21 qui, normalement, sont comprimés pour obtenir une fermeture étanche, afin d'éviter l'échappement du gaz au moment où une étincelle se produit lors de la rupture du circuit. Les manchons 21 servent aussi à élever le disque isolant 15 si l'enveloppe de verre 9 venait à se briser. Le disque 15 peut subir un mouvement de rotation par l'intermédiaire d'une bague 8 qui supporte l'extrémité supérieure du couvercle 2. La bague 8 s'engage à friction dans le support 12 par l'intermédiaire d'un manchon en caoutchouc 14 ; le support 12 possède une pièce 20 en contact avec le

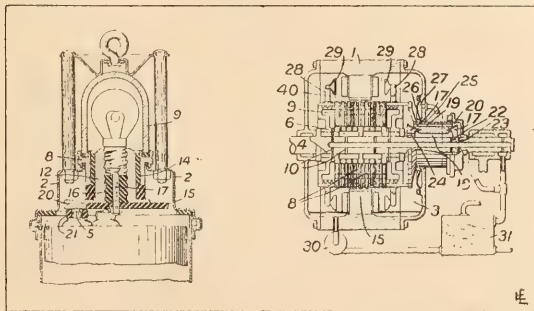


Fig. 4. Fig. 5.

disque 15. La partie centrale 16 du disque 15 est vissée dans le support 12, la vis de contact 17 le traverse en son milieu et le couvercle 2 est connecté à la batterie par un joint à baïonnette. (Brev. angl. n° 169.503. — Turquaud).

M. M.

RÉFRIGÉRATION DE DYNAMOS

Dans une machine dynamo-électrique dont les parties en mouvement sont enfermées dans une enveloppe étanche, le refroidissement est obtenu par le passage d'un liquide froid, de l'huile de préférence qui passe dans les différentes parties du générateur ; ce liquide est distribué sous forme de pluie sur le rotor et le stator. Le rotor et le collecteur de la machine sont montés (fig. 5) sur un arbre creux 4, dont l'intérieur communique par des trous radiaux 10, 22, 23, respectivement avec des creux 6, 9, ménagés dans le rotor, avec un creux annulaire 18 autour du collecteur et dans un espace 20 situé à l'extrémité du collecteur. Des autres trous radiaux réunissent le creux 6 avec les conduites d'air 8 et le creux 9 avec l'espace vide de l'enveloppe 1. Les creux 9 des extrémités du rotor sont en communication par des passages axiaux 40. L'espace 20 communique avec l'intérieur de la machine par les trous axiaux 19 qui se trouvent dans les segments du collecteur ; des trous axiaux 21 sont aussi ménagés dans la bague 17 du commutateur. Une plaque circulaire 26 est fixée à l'extrémité du couvercle 3 en laissant entre elle et le couvercle un espace libre 27. Le liquide froid est maintenu en circulation par une pompe 30 qui aspire le liquide du fond de l'enveloppe et le refoule par l'intermédiaire d'une chambre froide 31 dans l'arbre creux 4, dans l'espace 27 et dans les tubes 28 pourvus d'arroseurs 29 servant à distribuer le liquide sur les pièces polaires 15. La surface du liquide dans l'enveloppe se trouve juste en dessous du point le plus bas du rotor lorsque la machine est au repos. Le liquide refoulé dans l'espace 27 le traverse sous la forme d'un filet cylindre fermant ainsi l'ouverture 25 et permettant seulement aux gazs de s'échapper lorsqu'un accident élevant la température se produit.

(Brev. angl. n° 170.946. — Nobuhara.) M. M.

T. S. F.

Comment construire un cadre récepteur.

Nous ne ferons pas ici la théorie du cadre récepteur. Rappelons cependant que l'on peut employer à la place d'une antenne, un cadre mobile dont le plan des spires peut être orienté dans toutes les directions par rotation autour d'un axe vertical. Les extrémités du circuit ainsi constitué sont branchées à un appareil récepteur. On constate alors que l'intensité de la réception varie suivant l'orientation du cadre par rapport au poste émetteur. Cette intensité est sensiblement nulle lorsque le plan du cadre est perpendiculaire à la direction du poste émetteur, elle est maximum lorsque ce même plan est dirigé vers le poste d'émission.

Le cadre offre l'avantage sur l'antenne d'être

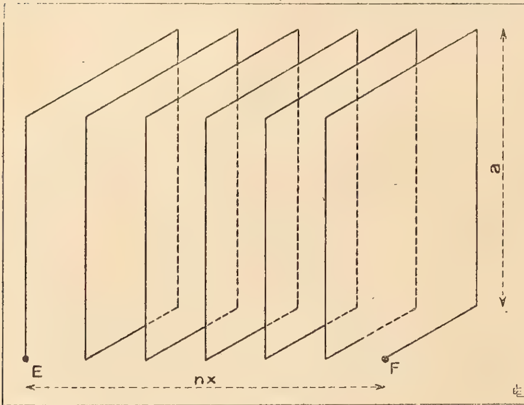


Fig. 1.

moins difficile à monter, d'être moins fragile, moins encombrant. Aussi nos lecteurs apprécieront-ils les quelques détails suivants concernant la construction des cadres récepteurs.

CONSTRUCTION DU CADRE PROPREMENT DIT

Un cadre est généralement constitué par une ou plusieurs spires de forme variable (carré, rectangle, losange). Chacune des spires est séparée de la suivante par un certain intervalle x. Soit n le nombre de spires et a le côté du cadre supposé carré. Si l'on veut recevoir une émission de longueur, d'onde λ on déterminera le nombre n de spires nécessaires, par le tableau suivant qui donne le rapport $\frac{k}{a}$ (exprimé en mètres), en fonction du nombre de spires et du rapport $\frac{a}{nx}$

Nombre de spires n.

Rapport $\frac{a}{nx}$	5	10	15	20	30	40
100	180	280	950	1.500	2.700	4.200
20	150	240	800	1.200	2.300	3.500
10	140	210	720	1.100	2.000	3.100
5	120	190	640	980	1.800	2.800
2	100	150	510	780	1.400	2.200

Exemple. — Supposons que nous voulions recevoir avec un cadre carré, de 2 mètres de côté et 1 mètre de largeur, une émission de 2.000 mètres de longueur d'onde. Cherchons le nombre de spires minimum λ à donner au cadre.

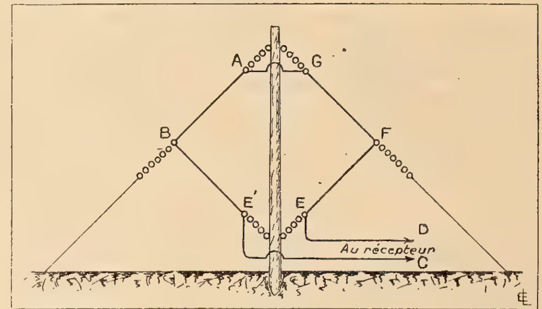


Fig. 2.

On voit que :

$$\frac{a}{nx} = \frac{2}{1} = 2$$

$$\frac{\lambda}{a} = \frac{2.000}{2} = 1.000.$$

Sur le tableau on trouve $n = 25$ spires environ. Ces spires devront être espacées de :

$$\frac{100 \text{ cm}}{25} = 4 \text{ cm}.$$

CAS PARTICULIERS D'UNE SEULE SPIRE

Dans le cas particulier où le cadre n'a qu'une seule spire le rapport $\frac{\lambda}{a}$ ne dépend que du quotient $\frac{a}{d}$ où d est le diamètre du fil.

Le tableau suivant est à utiliser dans ce cas :

$\frac{a}{d}$	$\frac{\lambda}{a}$
12.500	22
5.000	20,5
1.000	18,5

On peut donc prendre le chiffre 20 comme valeur moyenne de $\frac{\lambda}{a}$.

On voit que le cadre à une seule spire conduit à des dimensions inacceptables. Il est d'ailleurs facile de démontrer que l'énergie reçue par un cadre est proportionnelle : 1° à la surface totale du cadre, c'est-à-dire au produit de la surface d'une spire par le nombre de spires ; 2° au carré du nombre de spires.

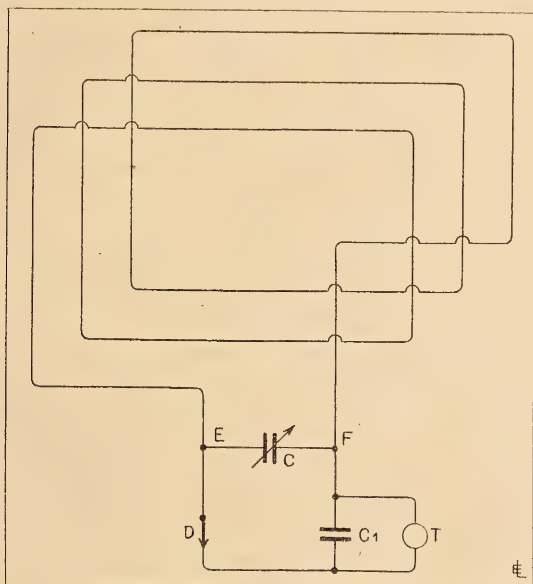


Fig. 3.

I. — CONSTRUCTION D'UN CADRE FIXE

Il est facile de construire un cadre fixe de grande dimension en utilisant deux arbres, ou deux murs, ou un seul arbre, comme l'indique la figure 2. Le cadre conducteur proprement dit est constitué par les branches AB, BE', EF, FG ; les points G et A sont reliés électriquement ; les points E et E' sont connectés aux appareils récepteurs. Des isolateurs isolent le cadre de la terre et du mât.

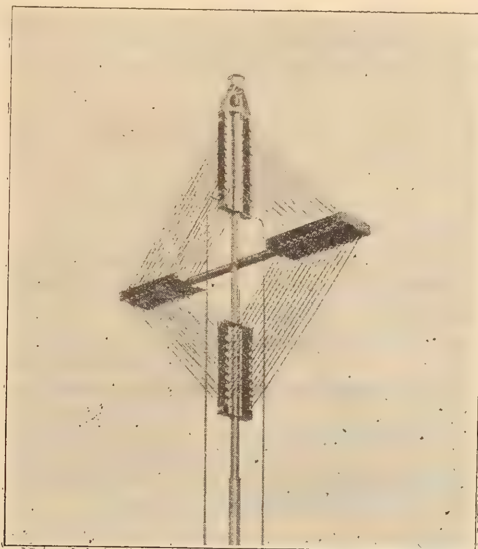
Si l'on veut obtenir un cadre à plusieurs spires, il faut utiliser deux traverses horizontales, l'une au sommet, l'autre à la base du cadre.

La partie conductrice du cadre est en fil de bronze les haubans de retenue sont constitués par du fil d'acier.

II. CONSTRUCTION D'UN CADRE MOBILE

On emploie souvent la forme carrée ou la forme hexagonale. La première est la plus simple à réaliser. Il suffit d'employer un bâti en bois formé de deux axes en forme de croix. Les extrémités de ces axes sont munies de traverses horizontales sur lequelles vient se tendre l'enroulement. Le bâti est mobile autour d'un axe vertical qui porte un index et indique, par rapport à un cercle fixe gradué en degrés, l'orientation du cadre.

On emploie comme conducteur, un fil métallique de $\frac{8}{10}$ à 2 millimètres de diamètre. Si le conducteur est nu, il faut l'isoler des traverses horizontales qui le portent, au moyen de caoutchouc ou de toile isolante.


Fig. 4. — Cadre terminé et monté

MONTAGE DU CIRCUIT RÉCEPTEUR

Considérons un des cadres réalisés comme nous venons de l'indiquer. Soient E et F, les extrémités de l'enroulement (fig. 3) ; à ces bornes, connectons un condensateur d'accord C qui peut être fixe si l'on ne reçoit que des signaux de longueur d'onde déterminée ; en dérivation sur l'ensemble se trouvent le détecteur D et l'écouteur téléphonique O connectés en série. C_1 est un petit condensateur que l'on branche souvent aux bornes de l'écouteur pour améliorer le fonctionnement, mais il n'est pas indispensable.

Le condensateur C sera, de préférence, un condensateur variable à air ; il aura une capacité voisine de 2 millièmes de microfarad.

Le détecteur le plus simple est constitué par

une galène. Le téléphone a une résistance voisine de 2.000 ohms.

QUELQUES CONSIDÉRATIONS GÉNÉRALES

L'expérience a montré qu'il y avait intérêt à ne pas utiliser un cadre pour la réception d'ondes inférieures à trois fois sa longueur d'onde propre. Or, on peut estimer que cette longueur d'onde propre est environ cinq fois la longueur de l'enroulement. Supposons donc un cadre enroulé avec 100 mètres de fil ; sa longueur d'onde propre sera 500 mètres, et il ne faudra l'utiliser que pour la réception d'ondes supérieures à $500 \times 3 = 1.500$ m.

Pour les courtes longueurs d'onde, il vaut mieux employer un grand cadre (2 mètres de côté, par exemple) avec peu de spires. Pour les grandes longueurs d'onde, on pourra utiliser des cadres de moins grandes dimensions ($1^m,50$ de côté, par exemple) mais comportant un très grand nombre de spires.

Dans la construction du cadre, il faudra bien faire attention à ce que les diverses spires ne se touchent pas. Le fil devra être bien tendu et la tension reportée uniformément sur tout l'enroulement.

Le cadre ne devra pas être enfermé dans un bâtiment en zinc, en fer ou en ciment armé qui jouerait le rôle de cage de Faraday et ferait obstacle à l'arrivée des ondes.

G. Ricard.

On nous demande :

Recherche d'objets métalliques enfouis dans le sol.

Ces objets peuvent être isolés (obus non éclatés, épaves) ou bien former une ligne continue (conduite d'eau, câble souterrain).

1er *Cas. — Objets isolés.* — Il existe plusieurs procédés qui consistent à explorer la surface du sol avec un appareil formé de bobines parcourues par un courant alternatif de fréquence téléphonique (300 à 2.000 périodes) un récepteur téléphonique

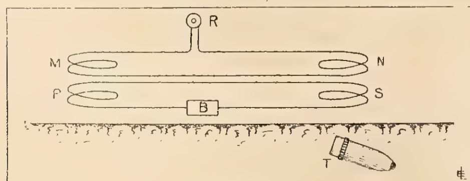


Fig. 1.

est branché entre deux points équipotentiels du système et se met à bourdonner quand l'équilibre magnétique est rompu par le voisinage d'une masse métallique. En voici un exemple (figure 1). Les bobines M et P sont enroulées sur un cadre analogue à ceux qu'on utilise en T. S. F. et placé dans un plan horizontal à l'extrémité d'un balancier de quelques mètres porté par l'opérateur. Les bobines N et S sont pareillement disposées à l'autre extrémité. R est un récepteur téléphonique de modèle courant. B est un générateur de courant à haute fréquence (Magnéto spéciale mue par une manivelle, ou bien bobine à trembleur avec pile). En agissant sur les bobines M, N, P, S, on règle l'appareil de manière que les forces électromotrices engendrées dans les transformateurs (constitués par les groupes MP et NS) s'annulent ; alors, le récepteur reste silencieux. Si le transformateur NS vient à passer au-dessus d'une masse magnétique T la force électromotrice engendrée en N devient très légèrement supérieure à celle de M, l'équilibre électrique est rompu et le téléphone R résonne.

L'efficacité du procédé dépend beaucoup du réglage de l'appareil et de l'habileté de l'opérateur ; les pièces de fer, fonte ou acier sont bien plus faciles à trouver que les métaux non magnétiques qui n'agissent que par courants de Foucault.

2e *Cas. — Conduite.* — On veut rechercher le tracé d'une conduite d'eau souterraine et métallique dont

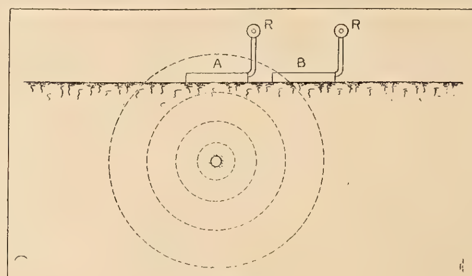


Fig. 2.

on ne connaît que les deux extrémités. On relie ces deux extrémités aux deux pôles d'une source de courant variable. On explore ensuite le sol avec un cadre horizontal genre T. S. F. relié à un récepteur téléphonique R. La conduite est parcourue par un courant dont les lignes de force sont des cercles placés dans un plan perpendiculaire à la conduite ayant leur centre sur la conduite même et figurés en pointillé sur la figure 2.

Quand le récepteur est silencieux, le cadre n'est pas traversé par les lignes de force et donc en A au-dessus de la conduite.

On doit lancer dans la conduite un assez fort courant (d'après *Engineerings News*, du 15 août 1912).

Tous ces procédés de recherche exigent beaucoup de soin et de méthode et une connaissance sérieuse de l'électromagnétisme.

L. Bescond.

TRIBUNE DES ABONNÉS

++++++

*Notre Tribune est une rubrique de renseignements mutuels ouverte à tous nos abonnés. La Rédaction de l'*Electricien *n'est pas responsable des réponses fournies. Nous prions nos lecteurs de limiter leurs demandes au domaine de la pratique industrielle.*

DEMANDES

N° 773. — Une usine ayant un poste de transformation haute tension a demandé de lui changer les compteurs 2 ampères primaires contre 5 ampères primaires parce que les 2 ampères n'étaient pas assez forts. Je lui ai changé, en même temps que les transformateurs d'intensité de 2 ampères contre 5 ampères, le compteur watté marquant environ la moitié du débit que marquait l'ancien compteur. Un transformateur de potentiel mauvais peut-il retarder la marche du compteur watté ?

N° 774. — Possédant deux batteries d'accus 110 volts chacune, et désirant remplacer 7 éléments à chacune de ces batteries, soit en tout 14 éléments, dois-je charger ces 14 éléments neufs pendant 48 heures comme l'on fait généralement pour une batterie neuve, avant de les adjoindre à la batterie ? Ou puis-je les mettre en service une fois montés et chargés avec la batterie ?

N° 775. — Comme suite aux très intéressants articles parus dans la revue sur le calcul et l'établissement des lignes aériennes, je serais heureux de voir traiter le montage pratique des lignes : constitution des équipes, levage des poteaux bois et ciments, armement, tirage, etc.

2° Installation des postes de transformation de faible puissance sur poteaux et en cabines fermées.

3° Recherche des pannes sur les lignes haute tension.

N° 776. — Le courant de 5.500 volts arrive d'une centrale et est transformé par trois transformateurs (en parallèle) en 550 volts pour les besoins de l'usine. Cos φ de l'ensemble de l'usine est de 0,72 à 0,75. L'usine possède un alternateur sans emploi de 180 HP, 173 ampères, 165 kilovolts-ampères, soit 132 kilowatts.

Pourrait-on faire tourner cet alternateur en moteur synchrone à vide ; en le surrexcitant, décaler le courant en avant et ainsi améliorer cos φ ?

Suffit-il de brancher ce moteur synchrone (alternateur) sur une ligne quelconque (de section convenable) alimentant des moteurs asynchrones ou est-il préférable de construire une ligne spéciale reliant ce moteur aux barres omnibus du poste de transformation ?

Que peut-on gagner ? Est-ce bien 180 HP, c'est-à-dire la totalité de la puissance de ce moteur ou seulement une partie ?

N° 777. — Je suis à 400 kilomètres de Paris et désire recevoir FL, Sainte-Assise et La Haye en téléphonie, avec un poste à 4 lampes (haute et basse fréquence). Est-ce possible ?

Quel est le meilleur montage pour recevoir amorties, entretenues et téléphonie ? Un schéma si possible.

N°778. — Sur quel principe est basé le démarrage de moteurs monophasés de faible puissance (1/6 ou 1/8 HP)? L'enroulement principal et l'enroulement de démarrage sont montés en parallèle sur la source, sans intermédiaire de self ou résistance. Un dispositif utilisant la force centrifuge coupe le courant dans l'enroulement de démarrage dès que le moteur a pris sa vitesse.

N° 779. — Quel est le point de fusion de la marcassite (pierre que l'on taille pour orner les bijoux). Pourrrait-on m'indiquer le constructeur de four qui puisse faire fondre des blocs de 1 k. 500 à 2 kgs ?

N° 780. — Quels sont les modes de chauffage électrique à employer pour sécher un autotransformateur ? Cet autotransformateur servant au démarrage des pompes Boving a séjourné à la pluie plusieurs jours pendant son transport dans un wagon non bâché.

Demandes d'adresses de constructeurs.

N° 781. — Je vous serais reconnaissant de bien vouloir me faire connaître le fabricant des raccords Pérard.

N° 782. — Adresse des fabricants ou dépositaires de la lampe « Pope ».

N° 783. — Adresses de maisons vendant des lampes électriques de poche permettant de reconnaître une personne à 40 ou 50 mètres, destinées aux gardes de nuit d'un établissement. Prix si possible.

N° 784. — Désirerais connaître adresse de maison qui fabriquerait des appareils pulsateurs pour mine, marchant magnétiquement au lieu de fonctionner à l'air comprimé.

N° 785. — Demande adresse de la maison « Victrix », concernant les dynamos électriques de voitures automobiles.

N° 786. — Demande un fabricant de petites lampes 5 bougies 110 volts et un fabricant de petites douilles à vis pour ces lampes.

RÉPONSES

N° 720 R. — Appareil à galène, modèle de l'Office national météorologique, 75 francs. — Appareil monolampe amplificateur autodyne (sans lampe) 100 francs. — Amplificateur H. T. 125 francs. — A. Mercier, 66, rue Joséphine, Evreux.

N° 738 R. — La notice « La Gummite » de la Compagnie générale d'électricité, 54, rue de La Boëtie à Paris contient tous les renseignements que vous demandez sur la soudure des bacs d'accumulateurs.

N° 735 R. — Il existe un système de transformateur triphasé-monophasé. Il peut-être constitué par un transformateur triphasé ordinaire à trois colonnes bobiné comme sur la figure 1. C'est là, la forme la plus simple ; on peut

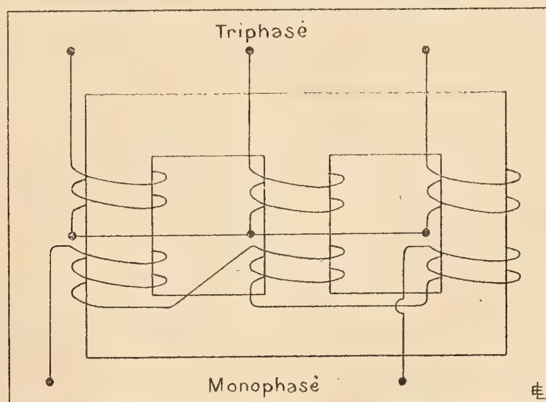


Fig. 1.

employer aussi une ou trois carcasses monophasées et employer divers procédés de bobinage. Quoi qu'il en soit, la puissance obtenue en monophasé ne peut être que les 2/3 de la puissance normale de l'alternateur triphasé diminuée encore des pertes internes du transformateur ; soit, en définitive, 60 % environ.

Il existe d'autres moyens d'obtenir du courant monophasé d'un alternateur triphasé.

1° Emploi d'un transformateur rotatif (moteur-générateur ou commutatrice spéciale); il donne en monophasé 80 à 90 % de la puissance triphasée mais il est très couteux;

2° Couplage de l'induit de l'alternateur supposé primitivement en étoile suivant figure 2. La tension est augmentée de 16 %, la puissance est réduite de 33 %.

3° Rebobinage de l'alternateur en monophasé. On ne peut guère obtenir plus de 70 % de la puissance en triphasé.

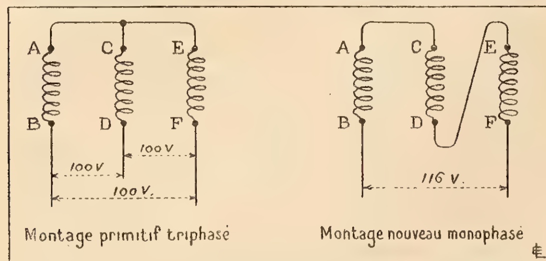


Fig. 2.

N° 742 R. — Oui, pour utiliser un moteur en court-circuit avec démarrage étoile-triangle il faut prendre un moteur avec bobinage de l'inducteur 200-340 volts pour que le couplage triangle, une fois le démarrage fait, corresponde à 200 volts entre phases et alors le moteur fonctionne comme un moteur dont le bobinage aurait été fait pour 115-200 monté en étoile.

— Ordinairement les commutatrices qui prennent un mouvement de pompage ou pendulaire sont des commutatrices dépourvues de circuit amortisseur Leblanc, et alors, au moment de démarrages ou d'arrêts brusques de moteurs sur le circuit ou encore à la suite de variations rapides et brusques du courant sur le circuit, ces mouvements se produisent avec une intensité plus ou moins grande et peuvent se prolonger pendant plusieurs minutes, ce qui fait varier le voltage et l'intensité lumineuse des lampes si la commutatrice sert à la fois à l'éclairage et à la force.

Pour remédier à ce défaut, il faudrait pouvoir placer dans les pôles un circuit amortisseur formé de barres de cuivre reliées entre elles, comme le circuit des moteurs à champ tournant à induit en court-circuit. Mais dans votre cas, cette modification ne pourrait probablement pas être faite; alors si l'entrefer le permet, on pourrait placer entre les inducteurs et l'induit, dans l'entre-fer, un cylindre de cuivre rouge de 1 ou 2 millimètres d'épaisseur de la largeur des pièces polaires et en le fixant par des vis à tête plate; dans ces pièces, ce cylindre formerait un véritable circuit amortisseur et certainement étoufferait les mouvements de pompage, par suite des courants qui seraient induits dans le cylindre par le rotor de la commutatrice au moment où les pompages auraient tendance à se produire. B. Corcevay

N° 743 R. — *a*) Formule permettant le réglage des parafoudres.

Nous pouvons distinguer deux cas : appelons d^{mm} la distance qui constitue l'épaisseur de l'un entre :

1° $u^v < 5.000$ v. :

$$d^{mm} = \frac{2^{mm} \times u^v}{1.000}$$

2° $u^v > 5.000$ v.

$$d^{mm} = 2 + \frac{u^v}{1.000}$$

b) La résistance non inductive nécessaire en triphasé pour éviter les grands débits sur les machines et pour éviter les courts-circuits entre phases dans le cas où deux parafoudres voisins fonctionnent en même temps, mais la valeur de ces résistances dépend de la tension du réseau et se fixe par analogie avec d'autres lignes semblables de même tension.

N° 743 R. — 2° Voyez les abaques Garnier (Dunod, éditeur).

N° 759 R. — Il s'agit sans doute d'un bain de nickelage, le travail absorbé serait d'environ 40 kilowatts-heures (soit 40 kilowatts pendant 1 heure ou 10 kilowatts pendant 4 heures, etc.).

On ne peut donner plus amples indications, sans voir la cuve.

N° 773 R. — 1° Au sujet du branchement de vos compteurs, je ne puis rien vous dire sans connaître leur type exact.

2° Avez-vous bien choisi un type de compteur correspondant à celui de vos transformateurs d'intensité, car si vos transformateurs d'intensité de 2 ampères au primaire ont 10 ampères au secondaire, et que les nouveaux 5 ampères au primaire aient également 10 ampères au secondaire, en laissant le même compteur (qui ne risque rien au point de vue de l'intensité), il faut multiplier par 2,5 les indications de la minuterie; n'oubliez pas cela. Chaque fois que l'on change les transformateurs d'intensité, il faut au moins changer la minuterie du compteur et sa plaque, car la constante d'étalonnage se trouve changée aussi.

3° Un transformateur avarié, de potentiel ou d'intensité, sur un groupe de comptage triphasé, non équilibré, peut aussi bien faire avancer que retarder le compteur; cela dépend du facteur de puissance de l'installation.

Si $\cos \varphi < 0,5$, l'avarie d'un transformateur d'I ou d'U sur la phase en arrière fait avancer le compteur, l'avarie d'un transformateur d'I ou d'U sur la phase en avant le fait tourner à l'envers.

Si $\cos \varphi = 0,5$, dans le premier cas, le compteur n'est pas affecté; dans le deuxième, il s'arrête.

Enfin, si $\cos \varphi > 0,5$, dans le premier cas le compteur retarde un peu; dans le deuxième, il retarde beaucoup.

Je vous renvoie, pour explications, à mon article : « Recherche du sens de rotation des phases dans les installations à courants polyphasés », paru dans les numéros 1248 et 1249 des 15 mars et 1er avril de *l'Electricien* (1920).

4° Pour rechercher si un transformateur est avarié, il suffit pour un potentiel de placer un voltmètre approprié au secondaire et d'alimenter le primaire par la haute tension, le voltmètre doit indiquer la tension normale secondaire. Pour un transformateur d'I, il faut placer dans le primaire un ampère mètre, en prenant les précautions d'isolement habituelles. On place également un ampèremètre dans le secondaire, on fait fonctionner l'installation et le rapport des indications des ampèremètres doit être le rapport de transformation du transformateur.

5° Pour ce qui concerne le repérage des transformateurs de mesure, des compteurs et de l'installation elle-même, je vous renvoie à mes articles : « Repérage des installations d'appareils de mesures dans les applications industrielles », *Electricien du* 15 *octobre* 1919, n° 1238, et : « Montage méthodique des appareils de mesure », *Electricien* du 31 octobre 1919, n° 1239.

6° Enfin, pour trouver pratiquement le bon branchement des compteurs haute tension triphasés, j'ai écrit un article qui paraîtra sous peu dans l'*Electricien* et qui vous permettra de contrôler votre branchement dans tous les cas.

E. François.

Le Gérant : L. De Soye

PARIS. — L. DE SOYE, IMPRIMEUR, 18, RUE DES FOSSÉS-S.-JACQUES, V°.
Téléph. 806-44

L'ÉLECTRICIEN

Rédacteur en chef : L.-D. FOURCAULT

ÉCLAIRAGE DES TRAINS

Les principaux systèmes d'éclairage électrique individuel appliqués aux voitures de chemins de fer.

(Suite [1]).

DEUXIEME PARTIE

En vue de simplifier la description des équipements d'éclairage électrique des trains et pour faciliter la compréhension de leurs caractéristiques de fonctionnement, nous n'adopterons pas la classification généralement admise jusqu'ici qui range tous les types en deux catégories seulement :

1° Système à tension constante;

2° Système à débit constant.

Nos lecteurs se rendront compte que les désignations ci-dessus sont particulièrement impropres pour les raisons suivantes :

1° Les dynamos à tension soi-disant constante doivent permettre d'assurer la recharge des batteries et par conséquent de suivre la tension de ces dernières à leurs différents états de charge. Cette variation de tension n'est pas négligeable, elle oscille entre 2 volts et 2,6 volts pour les éléments d'accumulateurs au plomb, soit 30 % de la tension normale d'utilisation; pour les éléments d'accumulateurs fer-nickel, elle est encore accrue puisque les tensions en charge et en décharge de ces derniers varient de 1,28 volt à 1,80 volt, soit 40 % environ de la tension normale d'utilisation.

2° Il n'esiste pas sur le marché de dynamos d'éclairage de trains à débit pratiquement constant; ce dernier varie en effet de zéro à la pleine charge pour des vitesses déterminées et indépendamment de la vitesse suivant l'état de charge des batteries d'accumulateurs.

Dans la description qui va suivre, les différents systèmes d'éclairage électrique individuel ou collectif seront répartis en deux groupes principaux A et B, et dans chacun de ces groupes, en 3 classes différentes que nous distinguerons par les indices *c*, *d*, *e*.

On remarquera que dans le tableau suivant nous avons fait figurer les équipements Stone et Vicarino dans le groupe A, classe *c*, attendu que chacun d'eux comporte une dynamo autorégulatrice de son débit et qu'il n'a été prévu ni limiteur de charge de batterie, ni dispositif de régulation de tension sur le circuit des lampes.

Nous insisterons toutefois sur le fait que dans le système Stone l'autorégulation du débit de la dynamo par glissement de courroie est d'ordre mécanique alors que dans le système Vicarino l'opposition de deux champs magnétiques cons-

(1) Voir *l'Electricien* des 1er et 15 novembre 1921 et 15 juillet 1922.

A			B	
EQUIPEMENT COMPORTANT UNE DYNAMO AUTO-RÉGULATRICE DE SON DÉBIT			EQUIPEMENT COMPORTANT UN RÉGULATEUR SPÉCIAL POUR RÉGLER LE DÉBIT DE LA DYNAMO	
c	*d*	*e*	*c*	*d*
A charge de batterie non limitée, sans régulation de tension aux lampes.	A charge de batterie limitée, sans régulation de tension aux lampes.	A charge de batterie limitée, avec régulation de tension aux lampes.	A charge de batterie limitée, sans régulation de tension aux lampes.	A charge de batterie limitée, avec régulation de tension aux lampes.
Stone. Vicarine.	Stone-Liliput. Leitner-Lucas.	Rosenberg.	Dick. Thomson E. V. R.	Aichelé. Vickers. Safety. Brown-Boveri.

titue un mode de régulation d'ordre électrique.

Au groupe Ad appartiennent les systèmes Stone-Lilliput et Leitner dans lesquels l'autorégulation du débit de la dynamo est aussi d'ordre électrique. Dans ces systèmes il a été prévu un dispositif pour limiter la charge de la batterie, mais ils ne comportent pas de régulation de tension aux bornes des lampes. Toutefois au moment du couplage dynamo-batterie le conjoncteur-disjoncteur insère automatiquement une résistance fixe dans le circuit d'éclairage, ce qui a pour effet de réduire la surtension qui se produit inévitablement sur les lampes avec la recharge automatique de la batterie.

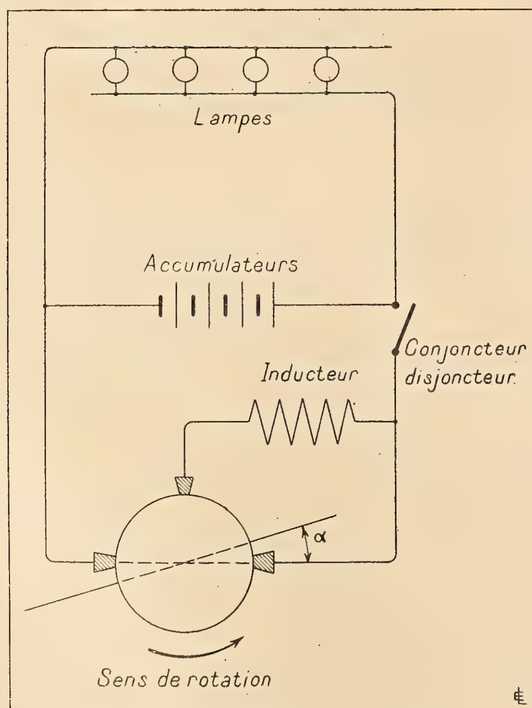


Fig. 1. — Schéma du système Stone-Lilliput.

SYSTÈME STONE-LILLIPUT

Ce système comporte une dynamo spéciale à 3 balais rendue autorégulatrice par le dispositif décrit ci-après :

La figure 1 représente le schéma simplifié des connexions de ce système fonctionnant avec une seule batterie d'accumulateurs.

Le principe d'auto régulation de la dynamo à 3 balais a été découvert en 1908 par M. Iglésis. L'inventeur a présenté sur ce sujet une étude à la Société Internationale des Electriciens le 2 février 1921 et a fait remettre par M. P. Janet, membre de l'Institut, une note qui a été déposée à l'Académie des Sciences; sans entrer dans le détail de cette remarquable étude, nous nous bornerons à en esquisser les grandes lignes pour fixer l'idée des lecteurs sur le fonctionnement des dynamos à 3 balais. Ce principe est basé sur l'utilisation des phénomènes ci-dessous :

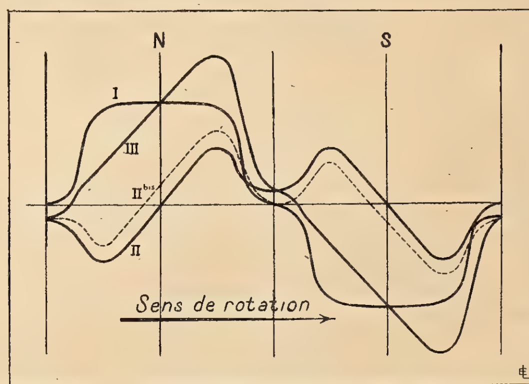


Fig. 2. — Composition des champs magnétiques.

1° Distorsion progressive du champ magnétique inducteur par accroissement de vitesse de l'induit.

2° Affaiblissement du champ magnétique inducteur par réaction du champ magnétique créé par le courant qui circule dans l'induit.

Dans la figure 2 ci-dessus, la courbe I représente la distribution du champ magnétique créé par l'inducteur seul, la courbe II représente le champ magnétique de réaction dû au courant débité par l'induit, la courbe III représente le champ résultant.

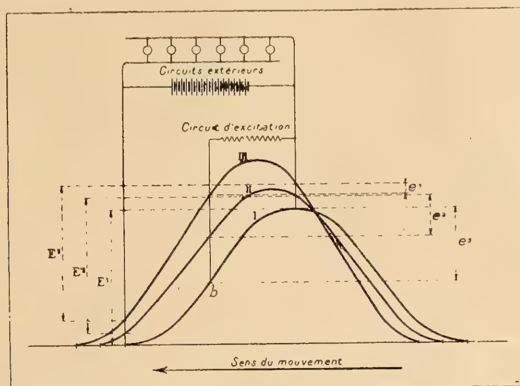


Fig. 3. — Diagramme de répartition du potentiel.

On remarque que dans le sens du mouvement de l'induit indiqué par une flèche le champ résultant est déformé et son point maximum se trouve déplacé ; ceci a pour résultat de décaler en avant du mouvement et d'un angle α la ligne neutre théorique. En outre on observera que le champ résultant

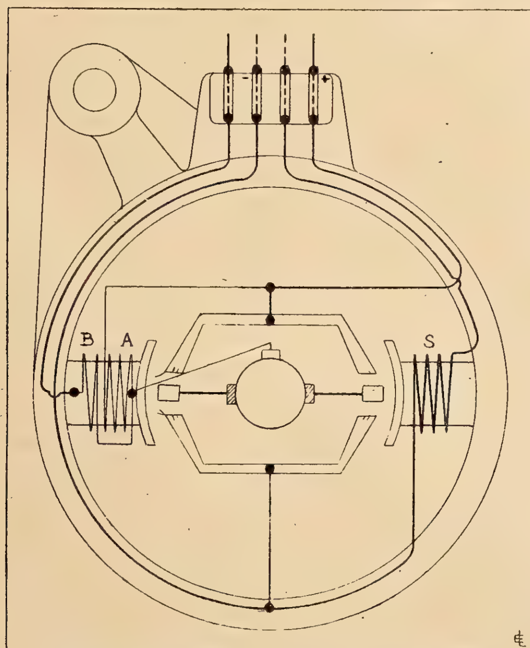


Fig. 4. — Schéma de la dynamo Stone-Lilliput.

déformé est affaibli sous la corne polaire avant et renforcé sous la corne polaire arrière.

Le diagramme (fig. 3) représente la répartition du potentiel sur le collecteur supposé développé ainsi que la position respective des balais principaux et auxiliaires A, b, B. Si nous déplaçons la courbe I suivant le sens de rotation pour figurer le décalage de la ligne neutre, en amplifiant les ordonnées pour que la différence de potentiel E aux bornes des balais principaux reste constante, nous constatons que les valeurs e^1, e^2, e^3 de la différence de potentiel aux bornes de l'inducteur décroissent progressivement avec la déformation du champ résultant.

Pour obtenir ce résultat, il faut toutefois que le balai auxiliaire soit placé en avant dans le sens de rotation et que le retour du circuit d'excitation soit branché sur le balai principal B placé en arrière.

Nous voyons, en effet, que si l'excitation était branchée entre les points A et b la différence de potentiel aux bornes des inducteurs serait progressivement croissante ; ceci conduirait à un résultat contraire à celui cherché qui est se maintenir pour des vitesses variables une tension constante pour un débit pratiquement constant lorsque la dynamo débite sur un circuit présentant une force contre électromotrice, une batterie d'accumulateurs par exemple.

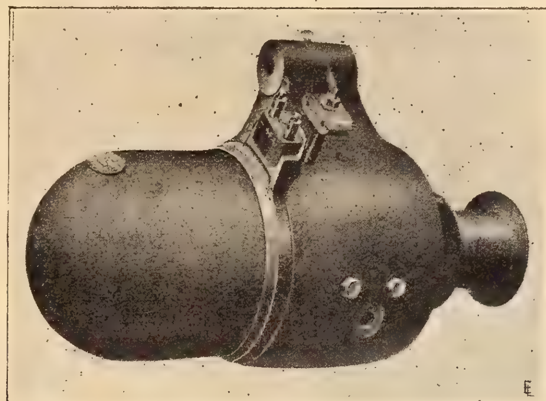


Fig. 5. — Vue d'une dynamo Stone-Lilliput.

Présenté en France, en 1918, par la firme anglaise J. Stone & Cy, le système Stone-Lilliput (fig. 5) a été mis en essai sur plusieurs réseaux français, mais jusqu'à ce jour son application a été limitée à quelques voitures postales de l'Administration des Postes et Télégraphes.

Chaque équipement comprend :

1° Une ou deux batteries d'accumulateurs ;

2° Une dynamo autorégulatrice dont le fonctionnement est décrit précédemment.

3° Un conjoncteur-disjoncteur avec divers accessoires ;

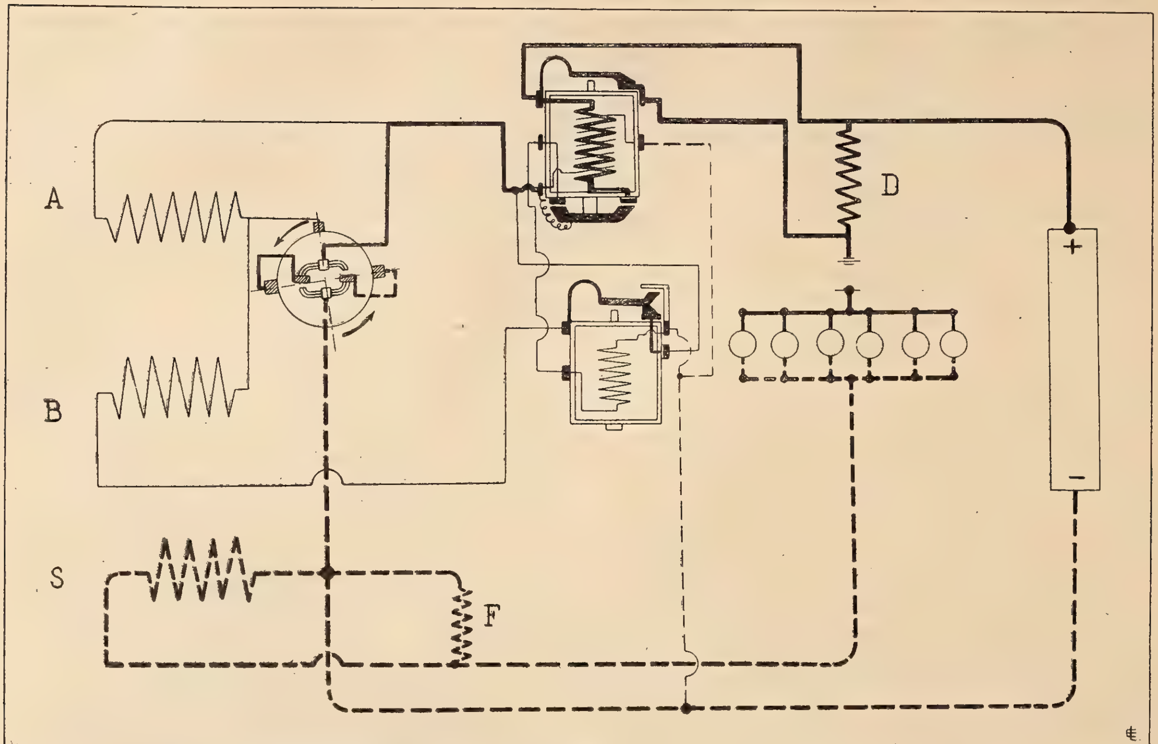


Fig. 6. — Dynamo Stone, type T 35 VS. Schéma des connexions avec une seule batterie.

4° Un limiteur de charge.

Le mode de suspension de la dynamo au châssis de la voiture et le dispositif de tension de la courroie sont rigoureusement identiques à ceux adoptés pour la dynamo Stone ancien type et décrits au début du précédent article.

La figure 4 représente cette dynamo et le schéma de ses connexions intérieures avec le dispositif d'inverseur qui permet de maintenir une polarité constante aux bornes du circuit extérieur quel que soit le sens de rotation de l'induit.

L'inverseur est constitué par un commutateur à double direction, monté en bout d'arbre; il est entraîné par friction des balais sur le collecteur et sa course est limitée par l'écartement des contacts fixes qui aboutissent aux balais principaux. Cet écartement règle le décalage en avant du mouvement des balais principaux et auxiliaire.

En outre il a été prévu un verrouillage électrique de l'inverseur qui comprend un électro-aimant dont l'enroulement est connecté aux balais et une armature magnétique solidaire du corps de l'inverseur. Dès que pour un sens quelconque de rotation de l'induit les contacts sont établis et la machine excitée l'électro-aimant attire son armature et assure une forte pression entre les contacts de l'inverseur.

Sur la figure 6, on remarque que la dynamo comporte les 3 enroulements inducteurs spécifiés ci-dessous :

A. — Enroulement dérivation prépondérant branché entre un des balais principaux et le balais auxiliaire donnant un champ magnétique de polarité stable.

B. — Enroulement dérivation branché entre l'autre balai principal et le balai auxiliaire donnant un champ magnétique dont la polarité peut être concordante ou discordante de A.

S. — Enroulement série concordant avec A traversé par le courant d'éclairage de la voiture ou par une fraction réglable de ce courant.

Bien que le schéma (fig. 6) représente une dynamo bipolaire, la maison Stone construit des dynamos tétrapolaires dont le fonctionnement est identique.

Le type T 35 VS (fig. 5) est bipolaire, sa capacité est de 40 ampères pour un poids approximatif de 120 kilogs.

Le type T 40 est tétrapolaire, sa capacité est de 50 ampères pour un poids approximatif de 140 kilogs.

La figure 6 représente le schéma complet des connexions entre les divers appareils.

Dès le démarrage du train, l'inverseur prend la position correspondante au sens de marche, la

dynamo s'excite et le verrouillage électrique de l'inverseur est établi. A ce moment, et dans le cas où la voiture n'est pas éclairée, l'excitation de la dynamo est obtenue par les deux enroulements dérivation A et B qui donnent des champs magnétiques concordants.

Dès que la tension de 24 volts est atteinte, le conjoncteur-disjoncteur couple la dynamo avec la batterie. La charge de celle-ci commence et se poursuit en fonction de la vitesse conformément à la courbe III représentée sur la fig. 7 ci-après.

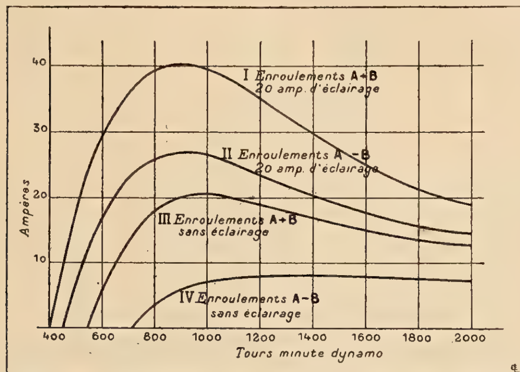


Fig. 7. — Caractéristiques de débit de l'équipement Stone-Lilliput T 35 VS.

Lorsque la batterie est complètement chargée, le noyau du limiteur de charge est attiré et manœuvre un commutateur placé à la partie supérieure de l'appareil.

Ce commutateur change la polarité du courant aux bornes de l'enroulement B et met ce dernier en opposition avec l'enroulement A.

Le champ magnétique est alors affaibli et le courant dynamo tombe en fonction de la vitesse aux diverses valeurs représentées sur la courbe IV.

Lorsque la voiture est allumée, les mêmes actions au départ se reproduisent, mais le champ magnétique est renforcé par l'enroulement S qui est traversé par le courant des lampes ou une fraction de ce courant réglé par le shunt F.

Le couplage batterie dynamo s'établit donc à une vitesse plus faible du train, l'éclairage et la recharge de la batterie sont assurées par la dynamo seule dont le débit en fonction de la vitesse est représenté par la courbe I.

Si la tension dynamo atteint 30 volts dans la marche avec éclairage et que le limiteur de charge réalise l'inversion de courant dans l'enroulement B, le courant débité s'abaissse en fonction de la vitesse aux diverses valeursre présentées après la courbe II.

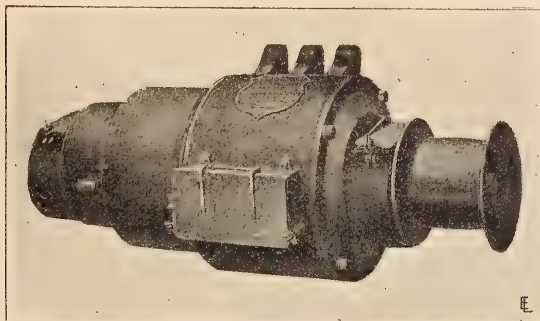


Fig. 8. — Dynamo Leitner Lucas.

Les caractéristiques du système Stone-Lilliput peuvent être ainsi résumées :

1° Débit dynamo décroissant avec la vitesse et proportionné automatiquement au débit sur l'éclairage de chaque type de voiture.

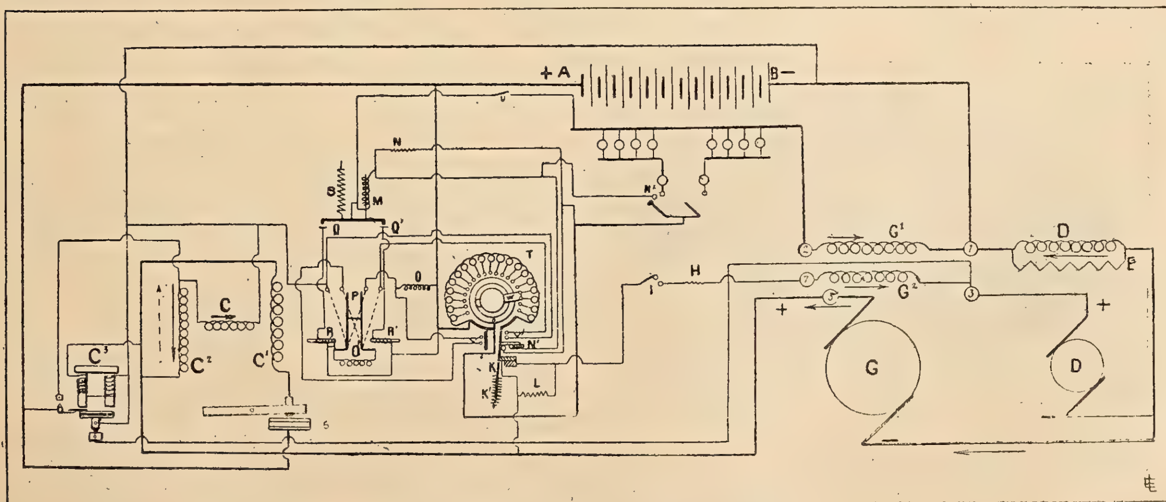


Fig. 9. — Schéma du système Leitner.

***

2° Charge de batterie limitée mais toujours avec un courant résiduel de charge.

3° Variation de tension aux lampes suivant l'état de charge de la batterie de — 8 % à + 16 % de la tension initiale.

Nous ajouterons enfin que le fonctionnement général de ce système est bon et que sa simplicité réduit de beaucoup les frais d'entretien.

Il est regrettable toutefois que les types de dynamo présentés au début n'aient pas eu une capacité thermique suffisante ; cela tient en majeure

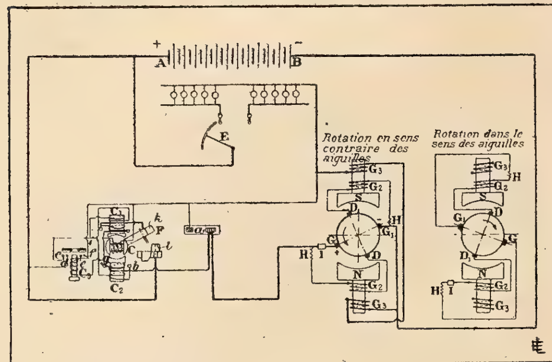


Fig. 10. — Schéma des connexions du système Leitner Lucas.

partie à ce que la régulation interne dans ces machines obligatoirement étanches les faits chauffer beaucoup.

Des résultats entièrement favorables seraient certainement obtenus en augmentant la capacité thermique des anciens types de 30 % environ et en prévoyant un dispositif de protection qui couperait automatiquement le courant d'excitation dès qu'une des connexions de la batterie est rompue accidentellement.

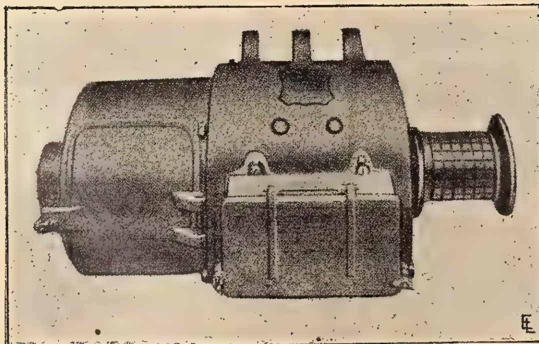


Fig. 11. — Dynamo Leitner à 3 balais.

SYSTÈME LEITNER LUCAS

Depuis 1903, le système d'éclairage des trains Leitner-Lucas a subi de nombreuses modifications.

A cette époque, il comportait une dynamo compound ordinaire représentée fig. 8, dont l'enroulement série inverse était démagnétisant.

Pour assurer la régulation de la tension aux bornes de cette dynamo, une petite génératrice dévoltrice, appelée « Démagnétizer », était calée sur le même arbre et intercalée dans le circuit d'excitation de la dynamo.

Ce système comportait en outre un régulateur inséré entre la batterie d'accumulateurs et les lampes pour corriger sur la ligne d'éclairage les variations de tension aux bornes de la batterie et arrêter la charge de cette dernière en temps utile. Le schéma général de la figure 9 fait aisément comprendre le fonctionnement de cet appareil. Le solénoïde M, désigné sous le nom de « balance de tension » agit comme un voltmètre à contacts ; en établissant les contacts Q et Q' il excite un servomoteur série dont O est l'inducteur et O' l'induit. Suivant que le servo-moteur tourne dans un sens ou dans l'autre, il supprime ou insère dans le circuit des lampes les résistances du rhéostat T.

La balance de tension peut être réglée pour la gamme de tension que l'on désire obtenir, en fait

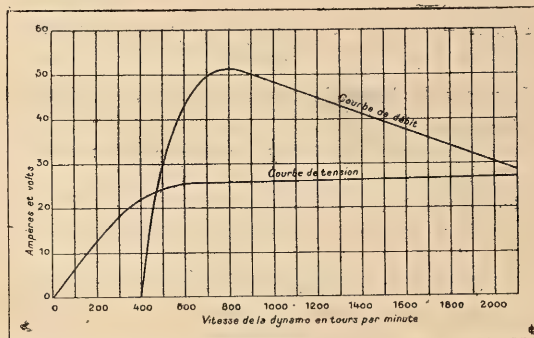


Fig. 12. Courbe de débit et de tension d'une dynamo Leitner à 3 balais.

sant varier la valeur de la résistance N qui est branchée en série avec son enroulement.

Nous ne nous étendrons pas davantage sur ce système dont le régulateur a beaucoup d'analogie avec le régulateur du système Aichelé, et nous passerons aux modifications apportées successivement en 1905 et 1912 à ce système.

SYSTÈME LEITNER MODIFIÉ

Le système Leitner modifié que nous avons classé dans la catégorie A*d* comporte une dynamo dont le principe de régulation est identique à celui de la dynamo Stone Liliput ; toutefois, jusqu'en 1912, cette dynamo comportait 2 balais auxiliaires d'excitation, branchés comme il est indiqué sur le schéma (fig. 10).

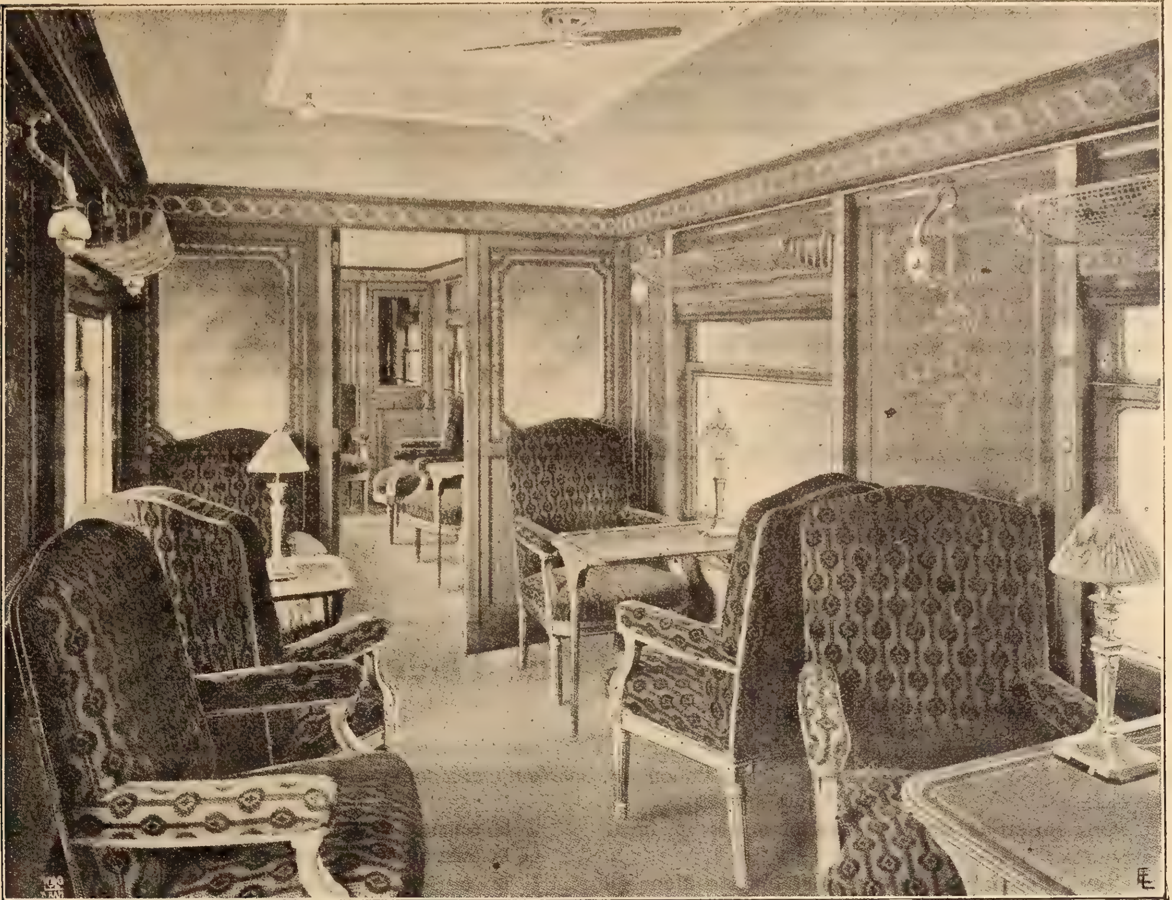


Fig. 13. — Intérieur d'un wagon-salon du S. E. C. R. Eclairage et ventilation électriques.

La dynamo Leitner modèle 1914, représentée fig. 11, ne comporte plus qu'un seul balai auxiliaire et un enroulement série qui est mis en circuit par la manœuvre du commutateur général d'éclairage.

Suivant que la voiture est allumée ou éteinte cet interrupteur court-circuite ou non une résistance normalement insérée dans le circuit du relai limiteur de charge ce qui a pour effet de faire fonctionner cet appareil soit à la tension de 27 volts, soit à la tension de 32 volts.

Lorsque la voiture est éclairée l'enroulement inducteur série de la dynamo est additif et parcouru par le courant débité sur les lampes.

La résistance en série dans le circuit du limiteur de charge est court-circuitée.

Dans ce cas, dès que la tension aux bornes de la batterie atteint 27 volts, le limiteur de charge fonctionne et insère dans le circuit excitateur dérivation de la dynamo une résistance appropriée qui réduit le courant de charge à 3 ampères environ.

L'enroulement dérivation ainsi affaibli ne sert qu'à assurer l'autorégulation de toutes les vitesses; l'excitation principale de la dynamo est presque entièrement produite par l'enroulement série qui est parcouru par le courant débité sur la ligne d'éclairage.

Dans le cas de marche sans éclairage, l'enroulement série est branché de telle façon que son action est opposée à celle de l'enroulement dérivation, mais il est courtcircuité jusqu'à 27 volts par un relai désigné sous le nom de régulateur de charge; l'enroulement dérivation assure seul l'excitation de la dynamo et permet la charge à forte intensité.

Dès que la tension aux bornes de la batterie d'accumulateurs atteint 27 volts, le relai régulateur de charge met en circuit l'enroulement série qui annule partiellement l'action de l'enroulement dérivation et de ce fait réduit le courant de charge.

Ce dernier est enfin presque annulé par le limi-

teur de charge lorsque la tension de batterie en charge atteint 32 volts.

Les caractéristiques de débit et tension de l'équipement Leitner, reproduites figure 17 ci-dessus sont analogues à celles de la dynamo Stone-Lilliput.

Comparé au système Stone-Lilliput, nous dirons que ce système présente l'avantage de réduire la surtension aux lampes de 16 à 8 % environ; par contre le fait de réduire entre 27 et 32 volts le courant de fin de charge nous paraît plutôt nuisible qu'utile et à l'appui de cette opinion nous engageons ceux de nos lecteurs qui désireraient éclairer leur religion, à consulter l'excellent article paru sous la signature de M. R. Rankin dans *The Electrician*, du 5-11-15 et dont nous extrayons le passage suivant :

« Le régime normal est celui que les fabricants ont trouvé par expérience être le plus efficace et le mieux approprié aux plaques qu'ils fabriquent.

« Il est un fait peu réalisé en pratique, c'est qu'un élément ne peut pas être convenablement chargé à des régimes très lents. Les plaques négatives peuvent être chargées, mais si le courant de charge est inférieur à une certaine limite, il sulfate simplement les positives au lieu de les charger. De semblables régimes de charge lents, sulfatent, corrodent et déforment les plaques positives et plus spécialement les plaques de formation Planté. »

(*A suivre.*) M. Bougrier.

LIGNES

Calcul d'une ligne de transport d'énergie électrique en tenant compte de l'inductance.

*Nous nous proposons, dans cette note de calcul, de répondre au désir plusieurs fois exprimé par des lecteurs de l'*Electricien *d'avoir une solution mathématique de la question.*

Nous poserons donc le problème de la façon suivante :

Étant donnée une ligne de distribution d'énergie devant transmettre une certaine puissance sous une tension déterminée, avec un facteur de puissance donné, on demande, connaissant la section des fils, leur écartement et la puissance à l'arrivée, de déterminer :

1° La perte relative de puissance par rapport à la puissance à l'arrivée P'.

2° La chute relative de voltage par rapport au voltage à l'arrivée E'.

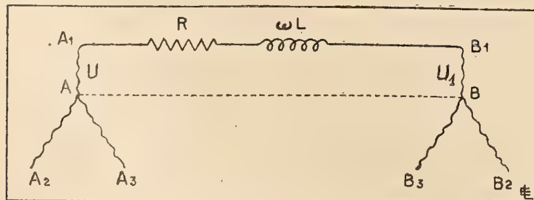


Fig. 1.

Soit :

P la puissance en watts au départ.

P' la puissance en watts à l'arrivée.

E la tension efficace en volts au départ.

E' la tension efficace en volts à l'arrivée.

U la tension simple en volts au départ.

U_1 la tension simple en volts à l'arrivée.

I le courant efficace en ampères.

Cos φ le facteur de puissance au départ.

Cos φ_1 le facteur de puissance à l'arrivée.

R la résistance d'un fil de ligne.

r sa résistance kilométrique.

ρ sa résistivité en microhms-centimètres,

Chute relative de voltage.

Soit le circuit fictif représenté (fig. 1), nous avons, en désignant par U et i les valeurs instantanées au départ de la tension et du courant, l'équation :

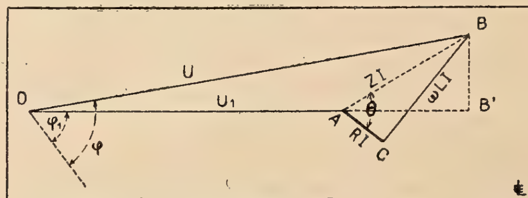


Fig. 2.

$$U = Ri + l\text{L}s\frac{dI}{dt} + U_1.$$

Cette équation représentée graphiquement nous donne le diagramme (fig. 2) :

Traduisons géométriquement l'équation ci-dessus, nous avons :

$$(\overline{U}) = (\overline{U}) + (\overline{RI})_{-\varphi} + (\omega l L_1 I)_{-\varphi + \frac{\pi}{2}}$$

Le triangle rectangle OB′B donne :

$$\overline{OB}^2 = (\overline{OA} + \overline{AB'})^2 + (BB')^2$$

ou en désignant par Z l'impédance de la ligne :

$$U^2 = [U + Z I \cos(\theta - \varphi_1)]^2 + Z^2 I^2 \sin^2(\theta - \varphi_1) \quad (1)$$

Posons :

$$e = U - U_1 \quad \text{d'où} \quad U = U_1 + e$$

l'équation (1) devient :

$$e^2 = 2 U_1 e = 2 U_1 Z I \cos(\theta - \varphi_1) + Z^2 I^2 \quad (2)$$

La perte de puissance relative est :

$$p = \frac{R I^2}{U_1 \cos \varphi_1} = \frac{Z I \cos \theta}{U_1 \cos \varphi_1} \quad (3)$$

Remplaçons dans l'équation (2) Z I par sa valeur en fonction de p, il vient :

$$\frac{e^2}{2 U_1} + e - p U_1 \cos \varphi_1 \left[\frac{\cos(\theta - \varphi_1)}{\cos \theta} + \frac{p \cos \varphi_1}{2 \cos^2 \theta}\right] = 0.$$

Pour déterminer e ou $\frac{e}{U_1}$ nous allons écrire cette équation en fonction de $tg\,\theta$.

$$e^2 + 2 U_1 e - 2 p U_1^2 \cos \varphi \left[(1 + \frac{p}{2} + \frac{p}{2} tg^2 \theta) \cos \varphi_1 + \sin \varphi_1 \, tg\,\theta\right] = 0.$$

Posons :

$$A = \cos \varphi \left[(1 + \frac{p}{2} + \frac{p}{2} tg^2 \theta) \cos \varphi_1 + \sin \varphi_1 \, tg\,\theta\right] \quad (4)$$

nous obtenons l'équation :

$$e^2 + 2 U_1 e - 2 p U_1^2 A = 0$$

d'où :

$$e = U_1 (-1 + \sqrt{1 + 2 p A})$$

ou encore :

$$e = -1 + \sqrt{1 + 2 p A}. \quad (5)$$

Pour obtenir une assez grande approximation dans l'extraction de cette racine, on peut calculer l'équation par approximations successives. On a :

$$e + p U_1 A - \frac{e^2}{2 U_1}$$

En négligeant le deuxième terme, cette égalité se réduit à :

$$e' = p U_1 A.$$

Portons cette valeur dans le second membre de l'équation précédente, on a :

$$e'' + p U_1 A - \frac{e'^2}{2 U_1}$$

valeur qui est suffisamment exacte.

Perte relative de puissance.

La puissance à l'arrivée est égale à

$$P' = U_1 I \cos \varphi$$

La perte de puissance :

$$W = U I \cos \varphi - U_1 I \cos \varphi_1$$

Projetons sur la direction du courant AC les contours O A C B et O A O, on a :

$$U_1 \cos \varphi_1 + R I = U + \cos \varphi$$

d'où :

$$W = U I \cos \varphi - U_1 I \cos \varphi_1 = R I^2 \quad (6)$$

La perte de puissance est donc la même que pour les lignes où il n'y a pas d'inductance, ce qui du reste était facile à prévoir, étant donné que la force contre électromotrice d'induction par rapport au courant est décalée de 90° et ne produit par conséquent aucun travail.

On a donc :

$$p = \frac{R I^2}{U_1 I \cos \varphi} \quad \text{ou} \quad \frac{3 R I^2}{E' I \sqrt{3} \cos \varphi} \quad (7)$$

Facteur de puissance au départ.

L'équation (6) nous donne :

$$\cos \varphi = \frac{U_1}{U} \cos \varphi_1 + \frac{R I}{U}$$

Remplaçons R I par sa valeur tirée de (7), il vient :

$$\cos \varphi = \frac{U_1}{U} (\cos \varphi_1 + p \cos \varphi_1) = \cos \varphi_1 \left(\frac{1 + p}{1 + e}\right)$$

Application numérique.

Soit à calculer une ligne de transport de force de 50 kilomètres de longueur dont les fils sont distants de 1m,50. La puissance à l'arrivée est de 5.000 kilowatts sous 40.000 volts avec un facteur de puissance égal à 0,80 ; la fréquence est de 25 périodes et la perte relative de puissance est de 10 %.

Section des conducteurs.

La section de la ligne, en ne tenant compte que de la résistance, nous est donnée par la formule connue :

$$s = \frac{l P'. 10. \rho}{p E'^2 \cos^2 \varphi_1} = \frac{50 \times 5 \times 10^6 \times 17{,}4}{0{,}1 \times 40.000^2 \times 0{,}8^2} = 42{,}5^{mm^2}.$$

Résistance.

La résistance d'un fil de ligne est égale à :

$$R = 50 \frac{17.4}{42.5} = 20 \,\omega\, 3.$$

Courant.

Le courant sera égal à :

$$I' = \frac{P'}{E' \sqrt{3} \cos \varphi_1} = \frac{5 \times 10^6}{40.000 \times \sqrt{3} \times 0{,}80} = 90 \text{ amp.}$$

Soit une densité δ de :

$$\delta = \frac{90}{42{,}5} = 2^a{,}1 \text{ par } ^{mm^2}.$$

Perte de puissance relative.

La perte relative de puissance est égale à :

$$W = 3\,R\,I^2 = 3 \times 20{,}3 \times \overline{90}^2 = 493290$$

$$p = \frac{W}{P_1} = 0{,}098$$

Perte relative de voltage.

La perte relative de voltage sera égale à

$$e = -1 + \sqrt{1 + 2\,p\,A}$$

avec :

$$A = \cos\varphi \left[(1 + \frac{p}{2} + \frac{p}{2}\,tg^2\,\theta) \cos\varphi_1 + \sin\varphi_1\,tg\,\theta\right]$$

On a du reste :

$$l\,\omega\,L\,s = 0{,}196 \times 50 = 9{,}8$$

$$\omega\,L\,s = \frac{9{,}8}{50} = 0{,}196$$

$$r = \frac{20{,}3}{50} = 0{,}406$$

$$tg\,\theta = \frac{\omega\,L\,s}{r} = \frac{0{,}196}{0{,}406} = 0{,}482$$

$$A = 0{,}80\left[\left(1 + \frac{0{,}098}{2} + \frac{0{,}098}{2}(0{,}492)^2\right) 0{,}80 + \right.$$

$$\left. + 0{,}60 \times 0{,}482\right] = 0{,}910$$

Par suite :

$$e = -1 + \sqrt{1 + 2 \times 0{,}098 \times 0{,}910} = -1 +$$

$$+ \sqrt{1{,}17836} = 0{,}085.$$

Tension au départ.

La tension composée est égale à $E' = 40.000$ V.

Donc $E - E' = 40.000 \times 0{,}085 = 3.400$ volts.

La tension E au départ est par suite égale à:

40.000 + 3.400 = 43.400 volts.

Facteur de puissance au départ.

Le facteur de puissance au départ est égal à

$$\cos\varphi = \cos\varphi_1 \left(\frac{1+p}{1+e}\right)$$

$$= 0{,}8 \times \left(\frac{1 + 0{,}098}{1 + 0{,}085}\right) = 0{,}8 \times \frac{1{,}098}{1{,}085} = 0{,}8088.$$

Remarque.

Si l'on avait voulu calculer la tension au départ par approximations successives, on aurait écrit :

$$e = p\,E'\,A = 0{,}098 \times 40.000 \times 0{,}91 = 3.567 \text{ volts.}$$

$$\frac{e'^2}{2\,E'} = \frac{3.567^2}{2 \times 40.000} = 160 \text{ volts.}$$

Par suite :

$$e'' = e' - \frac{e'^2}{2\,E'} = 3.567 - 160 = 3.407 \text{ volts.}$$

D'où :

$$E = E' + e'' = 40.000 + 3.407 = 43.407 \text{ volts.}$$

M. MARRE,
Ingénieur E. T. P.

RÉSEAUX DE DISTRIBUTION

Moyens d'améliorer le facteur de puissance

Les moteurs asynchrones synchronisés.

(Suite [1]*)*

Dans le moteur synchrone la magnétisation des circuits est obtenue par l'excitation effectué à l'aide d'une source à courant continu, et par conséquent indépendante du réseau sur lequel est branché le moteur; il apparaît donc logique que certains constructeurs aient cherché une combinaison des moteurs asynchrones et synchrones en essayant, une fois le moteur démarré, d'injecter du courant continu dans le rotor du moteur asynchrone.

Ainsi se trouvent conservés au démarrage les avantages du moteur asynchrone qui démarre seul sans dispositifs auxiliaires, et en marche normale ceux du moteur synchrone qui permet de travailler avec un facteur de puissance voisin de l'unité.

Constitution de ces moteurs. — Ces moteurs comportent un stator analogue à un stator d'alternateur ou de moteur synchrone et un rotor lisse semblable à celui d'un moteur asynchrone à bobinage uniformément réparti à sa périphérie. Les éléments de ce bobinage sont disposés de façon à réaliser un enroulement triphasé dont les extrémités libres sont reliés à des bagues de prise de courant. Une excitatrice spéciale en bout d'arbre permet l'alimentation du bobinage du rotor. Un rhéostat spécial permet la mise en marche et le passage de marche asynchrone en marche synchrone.

L'entrefer peut être largement dimensionné de sorte que ces machines sont plus robustes. Les encoches ouvertes peuvent être employées, d'où facilité de bobinage qui peut se faire sur gabarit et de réparations en cas d'accident, de plus la réalisation de machines à haute tension est simplifiée

(1) Voir *l'Électricien* du 15 septembre 1922.

par ces encoches qui permettent d'isoler convenablement les bobines et évite ainsi l'emploi d'un transformateur statique.

Mise en marche. — Grâce au bobinage triphasé du rotor, le démarrage s'effectue comme un moteur asynchrone ordinaire en court-circuitant l'enroulement sur des résistances.

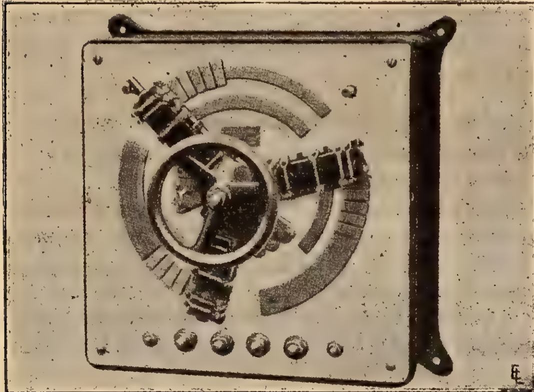


Fig. 1. — Rhéostat de moteur asynchrone synchronisé.

L'appareil démarreur figure 1 permet de réduire progressivement la résistance jusqu'au court-circuit. En continuant le mouvement de la manette on substitue rapidement au courant à basse fréquence le courant continu fourni par l'excitatrice et dans deux phases seulement la troisième restant en court-circuit sur elle-même.

La manœuvre d'accrochage est donc très facile et à la portée de tout le monde.

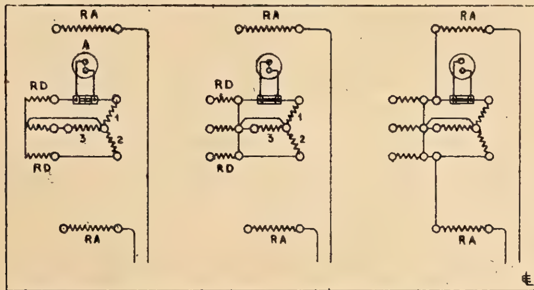


Fig. 2. Fig. 3. Fig. 4.

Les différentes phases du démarrage sont donc :

1°) Commencement de démarrage en moteur asynchrone le rotor débitant sur une résistance R D (fig 2).

2°) Fin de démarrage en asynchrone, les bobines du rotor étant en court-circuit (fig. 3).

3°) Substitution du courant continu au courant à basse fréquence avec résistance R A intercallée dans le circuit afin d'éviter de mettre l'excitatrice en court-circuit (fig. 4).

4°) On rompt le court-circuit sur les phases 1 et 2, et le courant continu circule alors dans les deux phases fournissant ainsi le courant d'aimantation nécessaire à la machine qui marche en moteur synchrone (fig. 5).

5°) On élimine les résistances auxiliaires R A,

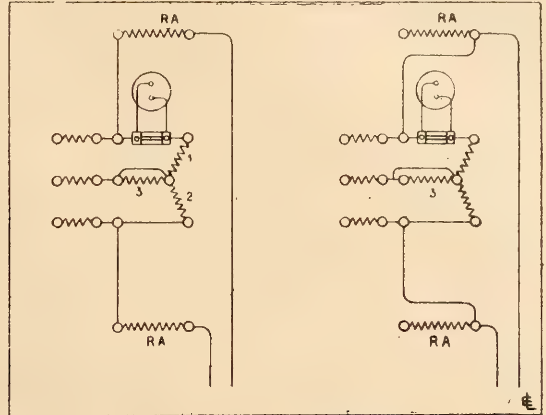


Fig. 5. Fig. 6.

la troisième phase restant en court-circuit (fig. 6).

On a ainsi une marche en moteur synchrone amortie.

Fonctionnement. — Ce moteur présente une propriété remarquable, celle de passer automa-

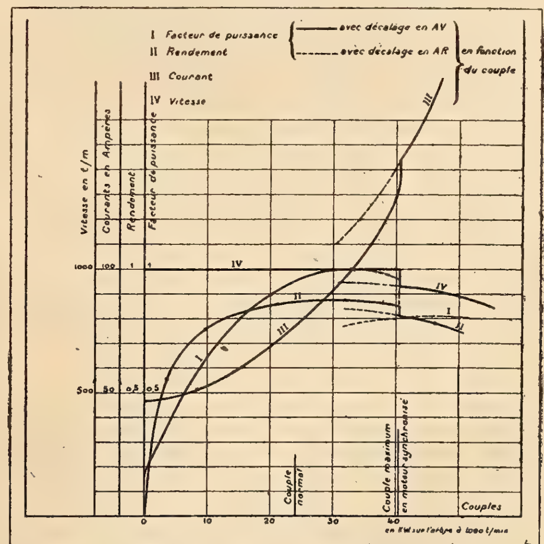


Fig. 7. — Diagramme de fonctionnement.

tiquement du fonctionnement en synchrone au fonctionnement en asynchrone et *vice-versa.*

Lorsqu'un moteur synchrone ordinaire a un couple instantané supérieur au couple normal, il va se décrocher.

Dans le cas du moteur asynchrone synchro-

nisé au lieu de se décrocher, il va marcher en asynchrone jusqu'à ce que le couple soit devenu égal au couple maximum, à ce moment, automatiquement, il reprend sa marche en synchrone.

C'est grâce à cette propriété que l'accrochage peut se faire à pleine charge, et même en surcharge, sans à coups sur le réseau.

Ces moteurs possèdent, ainsi que le témoignent les graphiques de la figure 7, une élasticité de fonctionnement inconnue dans les moteurs synchrones ordinaires.

Conclusions. — Il semble donc que la solution du relèvement du facteur de puissance puisse être réalisée par l'emploi du moteur asynchrone synchronisé qui fonctionne avec un cosinus voisin de l'unité à pleine charge et avec décalage en avant à demi-charge.

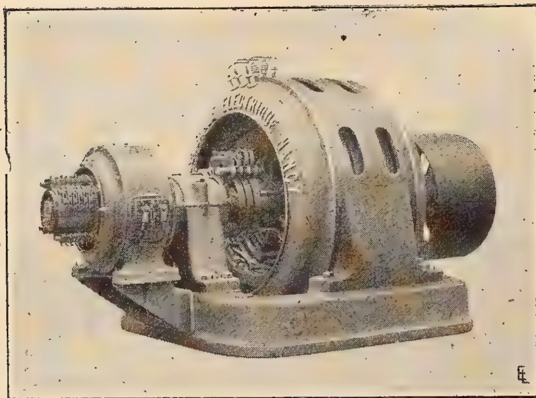


Fig. 8. — Machine asynchrone synchronisée
(Cie Générale électrique de Nancy)

Génératrices asynchrones synchronisées. — Les moteurs sont réversibles et peuvent être employés comme génératrices.

Ces génératrices présentent les mêmes avantages que les machines à pôles saillants, réalisent une courbe de tension normalement assez pure et un amortissement parfait, gros avantage dans une marche en parallèle.

Le principal avantage réside en la facilité de couplage qui se fait sans risques de fausses manœuvre, avec un appareil analogue au démarreur des moteurs, ce qui permet, surtout dans le cas de petites installations, d'utiliser un personnel quelconque.

Condensateurs asynchrones synchronisés. — Ces moteurs peuvent être encore employés comme condensateurs synchrones.

Ces machines, établies spécialement, ont une consommation de puissance wattée réduite au minimum ainsi que les pertes magnétiques. D'autre part, la construction mécanique est particulièrement soignée de façon à réduire les pertes mécaniques, aucun effort mécanique n'étant à transmettre. C'est ainsi que le type LIC 220-4 ne consomme à pleine charge que 10,6 kW (puissance wattée) et la puissance réactive aux bornes est de 90 kVA.

Le démarreur est également approprié à cet usage.

On voit donc les avantages procurés par une telle machine sur un réseau surchargé par suite d'un cos φ bas (0,65 à 0,7 dans beaucoup de réseaux). Une machine de type convenable permettra de relever le cos φ de ce réseau et éviter ainsi le doublement d'une ligne, ou en plaçant cet appareil sur le réseau basse tension, faire l'économie d'un transformateur.

Le secteur réalisera donc une économie importante tout en améliorant le rendement de son réseau.

A. Garcin,
Ingénieur I. E. G.

EXTRAITS — COMPTE-RENDUS

La localisation des défauts dans les câbles souterrains.

Les méthodes basées sur l'emploi de courants alternatifs ou pulsatoires nécessitant l'usage d'un téléphone ou d'une bobine exploratrice, sont insuffisantes dans le cas de défauts de résistance notable. Le *World* indique une méthode intéressante avec emploi de courant continu. Le principe est le suivant : on envoie à travers le conducteur défectueux du câble et le contact de terre un courant continu interrompu à de longs intervalles de temps, par exemple une seconde de circuit ouvert et une seconde de circuit fermé. De cette façon la capacité du câble n'influe pas sur la mesure et il ne passe pas de courant au delà du défaut. L'organe explorateur consiste en un cercle de fer doux disposé autour du câble et interrompu d'un côté, pour faire place, entre deux pièces polaires, à un petit induit à courant alternatif ou pulsatoire que l'on fait tourner à la main et qui est relié au circuit d'un

récepteur téléphonique; le courant de mesure dans le câble détermine le champ inducteur. Le but de l'interruption est de permettre de distinguer les effets du courant de mesure de ceux inévitables dus au magnétisme résiduel dans le cercle de fer inducteur et aux courants parasites circulant dans l'enveloppe du câble. L'appareil décrit donne de bons résultats si l'on peut faire passer des courants de 6-8 ampères; mais pour le rendre applicable au cas de défauts de grande résistance, on lui a fait subir les modifications suivantes : les branches polaires de fer doux (fig. 1) de l'appareil de réception embrassent un induit à collecteur à deux segments, de façon à donner un courant d'environ 30 pulsations à la seconde; le courant, dont les variations les plus brusques sont aplaties par

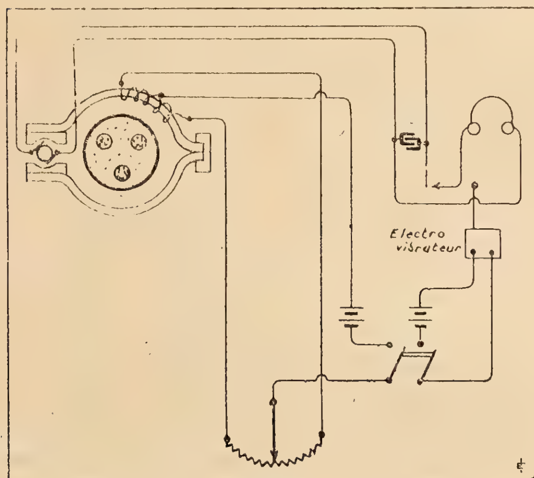


Fig. 1.

l'action d'un condensateur en dérivation, alimente le circuit d'un téléphone par l'intermédiaire d'un électro-vibrateur actionné par une batterie, ce qui permet d'obtenir une réception à fréquence acoustique. La même batterie alimente une bobine magnétisante enroulée sur la couronne polaire; en faisant varier, au moyen d'un rhéostat, la force électromotrice, on peut réussir à compenser en grande partie l'action du magnétisme résiduel et des champs dus aux courants parasites du câble. Pour effectuer l'essai, on fait tourner l'induit du récepteur et l'on règle le rhéostat de façon à réduire le son du téléphone au minimum; on envoie ensuite dans le câble. le courant de mesure. Dans le téléphone on entendra une augmentation du son ou non, suivant que l'appareil embrasse le câble en deçà ou au delà du défaut Cette modification donne de bons résultats pour les courants de mesure, jusqu'à un minimum de 1 ampère. Comme il est souvent impossible de bien compenser les effets des courants parasites à moins d'employer de grands condensateurs, on peut utiliser, au lieu du téléphone, un millivoltmètre à courant continu dont le zéro est placé au centre de la graduation. En employant pour le courant de mesure un inverseur au lieu d'un interrupteur, on peut augmenter la sensibilité de l'appareil jusqu'à des courants de 0,5 ampère, que l'on obtient en pratique au moyen de tensions voisines de 120 volts.

De toute façon, pour les défauts de grande résistance, la sensibilité de l'appareil peut être encore augmentée en rendant le millivoltmètre périodique, avec une période propre d'oscillation égale à celle des interruptions du courant de mesure. On peut obtenir ceci à l'aide d'un voltmètre d'Arsonval dont la bobine est enroulée sur un cadre non métallique et dont le ressort directeur a une tension convenable; les interruptions du courant s'obtiennent au moyen d'un petit moteur synchrone. Une méthode analogue, mais encore de laboratoire, est basée sur l'emploi d'un pendule.

La méthode exposée réussit bien quand, dans un câble triphasé, seul un des conducteurs est à la terre et quand l'installation a le neutre isolé. Dans ce cas, on peut rechercher le défaut sans interrompre le service.

Il est intéressant de s'assurer pour la bonne réussite, du passage du courant de mesure à la terre. Si le câble est protégé par une gaine de fer, la question ne se pose pas; mais si le câble est renfermé dans un tube en grès, ou s'il est entouré d'une bonne couche isolante de poix ou d'asphalte, il arrive qu'une partie du courant de retour circule dans l'enveloppe de plomb du câble, en deçà et au delà du défaut, rendant incertaine la détermination. Il est alors nécessaire d'exclure le courant de l'enveloppe, dans la partie où s'effectue l'essai, et cela s'obtient au moyen de dérivations de très faible résistance faites à l'aide de barres de cuivre, ou au moyen de solutions de continuité dans le tube de plomb.

La méthode est peu sensible dans le cas de court-circuit entre deux conducteurs, à moins d'employer un courant très intense; ce cas cependant est souvent accompagné de mise à la terre, ce qui peut d'ailleurs être artificiellement provoqué dans le but de simplifier la recherche.

L'appareil récepteur est contenu dans une boîte de petites dimensions. La méthode donne de bons résultats et est des plus utiles, surtout quand on l'applique en même temps que les méthodes usuelles; au moyen de celles-ci, on cherche d'abord grossièrement la partie du câble où se trouve le défaut qui est ensuite localisé exactement comme nous venons de l'indiquer.

G. Ricard.

ESSAIS ET MESURES

La loi d'Ohm appliquée à l'intégration des diagrammes.

Le fait que la chute de tension dans un circuit donné peut être exprimée par le produit de la résistance du circuit par le courant qui le parcourt, a donné lieu à une application générale pour le calcul de l'ordonnée moyenne d'un diagramme (application décrite par la *General Electric Review*). On sait que la méthode communément suivie pour une telle recherche consiste à subdiviser la surface du diagramme en un certain nombre de trapèzes élémentaires dont la surface peut être calculée comme le demi-produit de la base par la somme des deux ordonnées latérales ; la somme des aires partielles divisée par la longueur de la base donne l'ordonnée moyenne du diagramme.

Si donc, nous considérons un circuit électrique constitué par deux résistances en série, dont chacune est proportionnelle à une des ordonnées de la figure élémentaire considérée ci-dessus, et que nous les fassions parcourir par un courant qui soit proportionnel à la distance entre les ordonnées (bases de la figure élémentaire), la chute de tension résultante nous donnera la valeur proportionnelle au produit des deux quantités, et par suite proportionnelle à la surface de la figure elle-même.

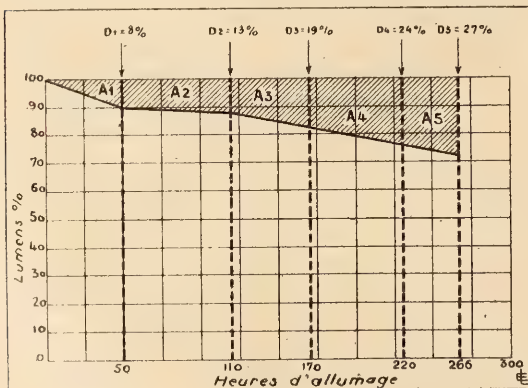


Fig. 1.

En disposant autant de circuits qu'il y a de surfaces trapézoïdales élémentaires, et en additionnant électriquement les chutes de tension, nous aurons à faire la somme des aires élémentaires du diagramme ; par suite, en résolvant la chute de tension totale au moyen du produit de la résistance du circuit par le courant qui le parcourt, nous aurons le moyen d'exprimer l'aire totale du diagramme par le produit de la base par l'ordonnée moyenne.

La méthode a été étudiée et appliquée à la détermination de la luminosité moyenne des lampes à incandescence, dont le diagramme de la figure 1 donne le résultat des essais.

Les lampes furent alimentées à une tension notablement supérieure à la normale pour en abréger la durée, et par suite la période d'essais qui dépassa rarement 275 heures. La luminosité moyenne résultante, grâce à un coefficient de correction convenable, fut ensuite rapportée à la durée moyenne réelle des lampes.

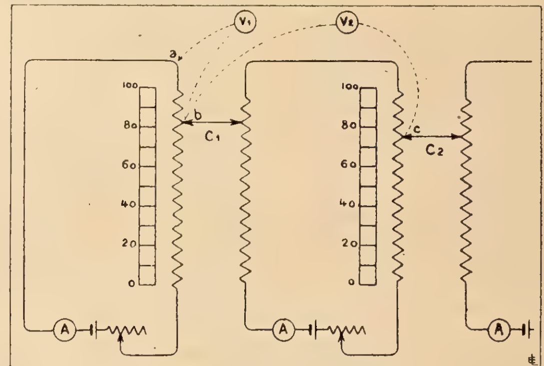


Fig. 2.

Cette valeur de la luminosité moyenne peut être déterminée sur le diagramme de deux façons : on peut en calculer directement l'ordonnée moyenne ou déterminer l'ordonnée moyenne de la zone supérieure hachurée qui correspond à la perte moyenne de luminosité pendant l'essai et en retrancher la valeur de la valeur initiale de l'essai, soit 100 %.

Le calculateur électrique que nous allons décrire suit cette seconde méthode. Il est composé essentiellement (fig. 2) d'une série de résistances verticales parfaitement égales et graduées en pour cent de lumens, dans lesquelles sont insérées des résistances horizontales réglables qui permettent de graduer le courant de circulation. Un ampèremètre A mesure ce courant dans chaque élément. Des contacts C_1 et C_2 peuvent se déplacer le long des résistances verticales.

Reportons-nous au diagramme de la figure 1. Si nous disposons le contact C_1 pour la valeur 92 de l'échelle, ce qui correspond à une perte de lumino-

sité de 8 % résultant de l'essai, et si nous réglons le courant de façon à ce qu'il soit proportionnel à la première période d'allumage, soit 50 heures, la chute de tension entre les points *a* et *b*, que nous pourrons lire sur un voltmètre, sera proportionnelle à la surface élémentaire A_1 et sera précisément :

$$E_1 = IR = T_1 + \frac{D_1}{2} \times k = 50 \times \frac{8}{2} \times k = 200k = A_1 k$$

De même, si nous disposons le contact C_2 pour la valeur 87 de l'échelle (perte de luminosité de 13 %) et si nous réglons le courant dans le second élément de façon qu'il soit proportionnel à la seconde période d'essai, soit 60 heures, la chute de tension entre les points *b* et *c* sera proportionnelle à la surface élémentaire A_2, c'est-à-dire :

$$E_2 = IR = T_2 \times \frac{D_1 + D_2}{2} \times k = 630k = A_2 k.$$

Avec un nombre suffisant d'éléments, on pourra exprimer successivement toutes les surfaces élémentaires au moyen d'autant de valeurs de la chute de tension, et la chute de tension totale mesurée entre le point A et la position du dernier contact donnera une valeur proportionnelle à la surface hachurée. Connaissant la valeur de la résistance R qui est proportionnelle à la durée de l'essai période d'allumage de la lampe), le courant $I = \frac{E}{R}$ sera proportionnel à la perte moyenne de luminosité et, en retranchant cette valeur de 100 %, nous aurons la luminosité moyenne cherchée.

Dans l'appareil complet est ajoutée une résistance additionnelle sur laquelle on ajoute les résistances partielles des essais individuels. Un ampèremètre à échelle spéciale inséré dans le circuit de cette résistance donne directement la valeur de la luminosité moyenne cherchée, quand le courant y est réglé de façon à être égal à celui du circuit principal. Dans ce but on insère dans le circuit auxiliaire un rhéostat et un galvanomètre.

M. G.



Une explication de l'effet d'un noyau de fer dans un transformateur.

L'explication suivante de l'effet d'un noyau de fer dans un transformateur, explication concordant mieux que les autres, nous dit l'auteur, avec les idées de Faraday concernant le mode de production des courants induits, a été donnée dans *The Electrician*.

On sait que la différence de potentiel entre les extrémités d'un conducteur mobile est proportionnelle à la vitesse avec laquelle ce conducteur coupe les lignes d'induction du champ magnétique.

L'action d'un transformateur à noyau de fer peut être expliquée par le fait que pendant l'accroissement et la diminution du courant primaire les tours secondaires sont coupés par les lignes d'induction qui circulent dans l'air avec une vitesse finie.

L'introduction d'un noyau de fer conduit à un énorme accroissement du courant de self induction dans la bobine primaire et du courant induit dans la bobine secondaire. Sur la figure 1 le noyau de fer Y porte l'enroulement primaire P P et l'enroulement secondaire T T montré en coupe pour simplifier la figure.

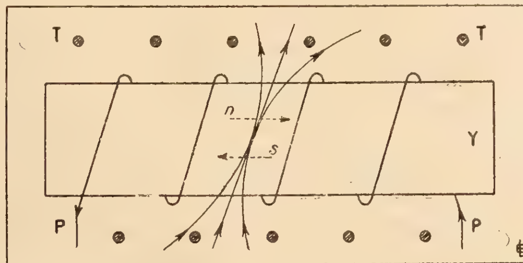


Fig. 1.

Cette différence de potentiel additionnelle induite aux bornes de la bobine secondaire et produite par l'insertion d'un noyau de fer, peut être expliquée en supposant : 1° que le noyau de fer, avant son aimantation, consiste en un assemblage désordonné des aimants moléculaires ; 2° que ces aimants se mettent à l'alignement partiel avec le champ magnétisant pendant l'accroissement de courant primaire. On sait qu'il existe des expériences pouvant expliquer cette théorie moléculaire de la structure magnétique d'un aimant.

Il est clair que pendant le mouvement de l'un quelconque de ces aimants moléculaires *ns*, les lignes d'induction venant de ses pôles traverseront les tours des bobines primaires et secondaires. Le sens des courants induits dans ces bobines peut être obtenu par application de la loi de Lenz ou de Fleming. On peut montrer ainsi que le courant de self induction dans la bobine primaire est opposé au courant primaire et que le courant dans la bobine secondaire est de sens opposé à celui de la bobine primaire.



La fabrication des lampes en Angleterre.

Les maisons anglaises qui avaient entrepris, durant la guerre, la construction d'ampoules pour lampes électriques, redoutent vivement actuellement la concurrence allemande, car ils s'aperçoivent que les lampes étrangères se vendent sur les marchés anglais à un prix inférieur de plus de la moitié au prix de production locale.

M. G.

Informations.

Autorisations — Concessions.

Aveyron. — Par arrêté ministériel du 9 septembre 1922, le contrôle municipal des distributions d'énergie électrique sera exercé par les agents de l'Etat dans les communes ci-dessous désignées, savoir : Brousse, Broquies, Rebourguil, Versoles et Lapeyre, Lafouillade.

Charente et Dordogne. — La Société hydro-électrique de la Tardoire, dont le siège social est à Montbron (Charente), a sollicité l'obtention d'une concession d'Etat pour l'établissement du réseau de distribution publique d'énergie électrique entre les communes de Roumazières, Genouillac, Mazières, Cherves-Chatelar, Montembœuf, Le Lindois, Roussines, Écuras, Montbron, Eymouthiers (Charente), Bussières-Badil, Saint-Estèphe et Piegut-Pluviers (Dordogne).

Drôme. — Un arrêté ministériel a décidé que le contrôle municipal des distributions d'énergie électrique serait exercé par les agents de l'Etat dans les communes de Saulec et de la Coucourde.

Gard. — La Société nîmoise a présenté deux demandes d'autorisation, par permission de voirie, l'une relative à une canalisation primaire destinée à desservir un poste de la Compagnie P.-L.-M., l'autre relative à une canalisation primaire destinée à électrifier le champ d'aviation de Courbesac.

Haute-Garonne et Tarn-et-Garonne. — L'ouverture de l'enquête vient d'être autorisée en ce qui concerne la demande présentée par les Etablissements Brusson jeune, en vue d'obtenir une concession de distribution d'énergie électrique aux services publics, sur le parcours compris entre Villemur et Orgueil.

Haute-Savoie. — La Société d'électricité du Rhône et du Formant a obtenu l'autorisation provisoire d'établir une ligne d'énergie électrique destinée à alimenter les communes d'Annemasse et d'Ambilly.

Marne. — Un arrêté ministériel a décidé que le contrôle municipal des distributions d'énergie électrique serait exercé par les agents de l'Etat dans les communes suivantes : Ablois, Ay, Dompremy, Friguicourt, Haussignément, Hautvillers, Lenharree, Mohues, Mourmelon-le-Grand, Reims, Sainte-Memmie et Sarry.

Nord. — La Société d'électricité de Valenciennes-Anzin a sollicité l'autorisation de construire immédiatement : 1° de Raismes à Beuvrages, une ligne de distribution d'énergie électrique souterraine à haute tension; 2° de Somain à Fenain, une ligne de distribution d'énergie électrique à haute tension.

Ces lignes feront partie de la concession d'Etat aux services publics que la Société d'électricité de la région de Valenciennes-Anzin a déjà déposée.

La Société d'électricité de Valenciennes-Anzin a sollicité l'autorisation de construire immédiatement, sur le territoire de la commune de Le Quesnoy, une ligne de distribution d'énergie électrique souterraine à haute tension.

Cette ligne fera partie intégrante de la concession d'Etat aux services publics que cette Société a déjà déposée.

Nord. — La compagnie électrique du Nord a sollicité l'autorisation de construire immédiatement une ligne à 15.000 volts, branchée sur la ligne desservant le poste n° 2 de la commune de Flers et la sous-station du chemin de fer du Nord à Pont-de-la-Deule, en vue d'alimenter l'usine Frixon à Dorignies (commune de Douai).

Cette ligne sera englobée, ultérieurement, dans la concession d'Etat actuellement en cours d'instruction qui a été présentée par la compagnie électrique du Nord pour l'établissement d'une distribution d'énergie électrique aux services publics.

— La société « Energie électrique du Nord de la France » a sollicité l'autorisation d'établir sous le régime des permissions de voirie provisoires, une canalisation souterraine à haute tension empruntant le territoire des communes de Saint-André et de La Madeleine en vue de l'alimentation de la Genièvrerie de Sainte-Hélène.

La dite ligne sera englobée dans la concession d'Etat actuellement en cours d'instruction, qui a été présentée par la société susvisée pour l'établissement d'un réseau de distribution aux services publics dans la région.

— Les communes de Beauvais-en-Cambrésis et de Fontaine-au-Pire ont formulé une demande en vue d'être autorisées à installer et exploiter en régie, chacune sur leur territoire, un réseau de distribution d'énergie électrique.

Une autorisation provisoire d'exécution des travaux vient d'être accordée par une décision récente.

— La compagnie électrique du Nord a sollicité l'autorisation d'établir une ligne électrique à haute tension destinée à l'alimentation des établissements Bataille à Frétin.

Cette ligne d'une longueur de 630 mètres est destinée au transport du courant triphasé à 15.000 volts, 50 périodes et empruntera le territoire de la commune de Fretin.

— La société artésienne de force et lumière a sollicité l'autorisation d'établir un branchement destiné à alimenter le poste de transformation de M. Quille à Merville.

— La société d'électricité de la région de Valenciennes-Anzin, 65, rue du Rempart à Valenciennes a sollicité l'autorisation d'établir une canalisation électrique à haute tension sur le territoire de Somain et Fenain.

La canalisation projetée sera comprise ultérieurement dans les emprises du chemin de fer du Nord et aura pour objet principal de servir de ligne de secours pour les services de la gare de Somain.

Saône-et-Loire. — M. Gallois, électricien à Château-Chinon, a demandé une permission de voirie pour l'établissement d'une ligne de transport d'énergie électrique entre la centrale hydro-électrique de la Canche (Saône-et-Loire) et la centrale de Château-Chinon (Nièvre).

Seine-et-Oise. — La Société agricole d'électricité du canton de la Ferté-Alais et limitrophes, a présenté une demande de concession d'Etat en vue de la distribution de l'énergie électrique H. T. et B. T. sur le territoire des communes de Bouray, Lardy, Janville-sous-Juine, Chamarande, Auvers-Saint-Georges, Villeneuve-sur-Auvers, Boissy-le-Cutte, Orveau, Bouville, Cerny, Guigneville, Baulne, Mondeville, Videllas, Vayres, Boutigny, Courdimanche, Torfou.

— La Société l'« Union des Gaz » a sollicité l'autorisation d'établir dans la commune de Louveciennes une canalisation électrique à haute tension destinée à l'alimentation des établissements Magondeau.

Cette ligne devant être comprise dans une demande de concession que cette Société s'est engagée à présenter.

L'établissement provisoire de la ligne a été autorisé.

— La Société du Nord-Est parisien a présenté une demande tendant à l'établissement d'une canalisation électrique aérienne haute tension 15.000 volts triphasé, destinée à alimenter les ateliers de construction de l'abbaye de Livry-Gargan.

Cette ligne sera comprise dans la concession d'Etat qui a déjà été demandée par cette Société.

— M. Prévot, à Garches (Seine-et-Oise), président de la Société coopérative agricole d'électricité de la région de Versailles Ouest, a demandé, en cette qualité, une concession de distribution d'énergie électrique destinée à desservir les communes de Peucherolles, Plaisir, Les Clayes, Fontenay-le-Fleuret, Noisy-le-Roi, Saint-Nom-la-Bretèche, Chavenay, Villepreux, Renne-Moulin, Boissy, Bois-d'Arcy et Thiverval.

Somme. — La Société électrique du Nord-Ouest a demandé l'autorisation d'établir, sans attendre l'accomplissement des formalités réglementaires, une ligne d'énergie électrique à haute tension allant de la centrale d'Abbeville au faubourg Rouvroy, en vue d'alimenter la gare d'Abbeville ainsi que les établissements Saint Frères et les usines du comptoir Linier.

La ligne dont il s'agit sera comprise, dans la concession d'Etat, pour une distribution aux services publics que cette société a déjà sollicitée, et dont l'instruction est en cours.

Tarn-et-Garonne. — La commune de Larrazet se propose d'exploiter en régie un réseau de distribution d'énergie électrique sur son territoire.

L'énergie serait fournie par la Société pyrénéenne d'énergie électrique.

Bas-Rhin et Haut-Rhin. — La société « Électricité de Strasbourg » a demandé l'autorisation d'établir sous le régime des concession d'Etat une distribution d'énergie électrique aux services publics dant la zone délimitée par :

Au Nord, par la frontière allemande ;

Au Nord-Ouest, par la limite des départements du Bas-Rhin et de la Moselle ;

A l'Ouest, par les commues de Rosteig, Puberg, Frohmun, Tiefenbach, Struch, Petersbach, La Petite Pieuc, Graufihal, Eschburg ;

Au Sud, par les communes de Schirmerck, Fonday, Rothau, Neuwiller, Wildersbach, Natzwiller, Barr, Gowiller, Walff, Kertzfeld, Huttemheim, Benfeld, Sand, Gerstheim ;

A l'Est, par le Rhin.

La dite demande s'applique en outre aux canalisations allant de la sous-station de la Holzmatt à Strasbourg aux postes de Turckheim (Haut-Rhin), Haguenau et Schirmerck (Bas-Rhin).

Vœu sur la tarification.

Le Conseil général de la Loire a émis le vœu que les abonnés à l'énergie électrique soient exonérés des charges exagérées résultant des minima de consommation. Il y a lieu de distinguer en l'espèce s'il s'agit de distributions établies par permissions de voirie ou par concession.

Pour les distributions établies sous le régime des permissions de voirie, l'Administration ne peut intervenir, puisqu'aux termes de l'article 5 de la loi du 15 juin 1906 les arrêtés de voirie ne peuvent contenir aucune disposition relative aux conditions commerciales de l'exploitation.

Dans le cas de distributions établies par concession, l'autorité concédante a le droit d'exiger qu'il ne soit pas imposé de minimum de consommation

supérieur à celui fixé par le cahier des charges, et les particuliers eux-mêmes peuvent se refuser à signer des polices comportant des minima plus élevés, mais les minima fixés par le cahier des charges ne constituent des limites qu'autant qu'il est fait application de tarifs maxima et si, dans une police, un abonné adhère à un minimum de consommation plus élevé pour bénéficier de tarifs réduits, il se trouve lié.

Quant aux difficultés d'application d'une telle police, elles sont de la compétence des tribunaux et non de celle de l'Administration. J. R.

LÉGISLATION

Conducteurs au voisinage des maisons.

Par une circulaire du 30 août 1922, adressée aux Ingénieurs en chef du contrôle des Distributions d'énergie électrique, le ministre des Travaux Publics précise comme suit les prescriptions de l'arrêté technique :

Vous m'avez demandé quelle interprétation il convenait de donner aux prescriptions du paragraphe 7 de l'article 5 de l'arrêté technique du 30 juillet 1921, fixant les conditions d'installation des conducteurs au voisinage des maisons, et s'il fallait déduire de ces dispositions :

Soit qu'aucun conducteur ne doit être placé dans la tranche de l'espace comprise entre les 2 plans horizontaux, menés, l'un à 50 centimètres au-dessous, l'autre à 2 ou 3 mètres suivant le cas, au-dessus de l'intersection du plan vertical parallèle au mur de façade (distant de 1 mètre de celle-ci) avec le prolongement de la face supérieure du toit ;

Soit que l'exclusion ne s'applique qu'au plan situé à 1 mètre du mur de façade.

J'ai soumis cette question à l'examen du Comité d'électricité, qui, dans sa séance du 23 juin 1922, a émis l'avis suivant que j'adopte :

Les dispositions insérées à l'article 5, paragraphe 7 de l'arrêté du 30 juillet 1921 doivent s'interpréter ainsi :

« Dans le voisinage des maisons, aucun conducteur de première catégorie ne doit être placé dans la tranche de l'espace comprise entre les deux plans horizontaux menés, l'un à 50 centimètres au-dessous, et l'autre à 2 mètres ou 3 mètres, suivant que le toit est en pente ou en terrasse, au-dessus de l'intersection du plan vertical parallèle au mur de façade, limitant en partie la zone de protection, avec le prolongement de la façade supérieure du toit. »

Il appartient au Service du Contrôle de fixer, dans chaque espèce, la profondeur de la zone interdite, eu égard aux circonstances locales.

A titre d'indication, j'examine ci-dessous l'application qui peut être faite de ces prescriptions dans la pratique.

Le but à réaliser, qui est d'empêcher qu'une personne circulant sur l'entablement recouvert en zinc d'une maison, ou placée au sommet d'une échelle posée sur ledit entablement, puisse venir en contact avec les conducteurs, sera généralement atteint, dans le cas d'un toit en pente, si l'on observe les dispositions suivantes :

Dans la tranche de l'espace litigieuse, la zone de protection est limitée extérieurement par la surface latérale du cylindre droit, ayant son axe parallèle au bord du toit de l'immeuble, et pour base, dans un plan perpendiculaire à l'axe le cercle décrit avec un diamètre de $2^{m},50$, tracé de bas en haut, dans le prolongement de la droite, — intersection du plan de section droite avec le plan parallèle de la paroi distant de 1 mètre, — à partir du point situé sur cette droite à 50 centimètres au-dessous du point d'intersection avec la face supérieure du toit.

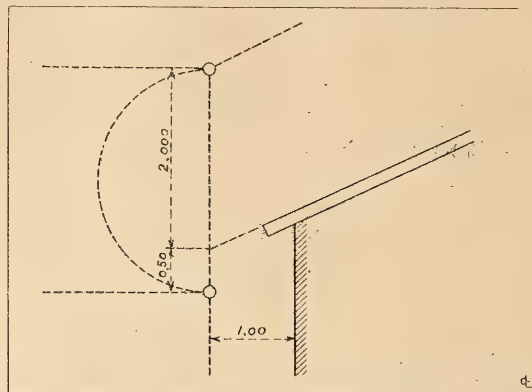


Fig. 1.

Des solutions analogues seraient à envisager dans le cas de toit en terrasse, et en ce qui concerne les conducteurs de 2e catégorie, en adoptant les distances appropriées.

Il est entendu d'ailleurs que des dispositions plus rigoureuses pourraient être prescrites, si des circonstances exceptionnelles l'exigeaient.

Le Ministre des Travaux Publics,
YVES LE TROCQUER.

Redevances. — Tramways.

A l'occasion de l'installation par les Compagnies de tramways, sur des terrains militaires, de pylones supportant des câbles transporteurs de la force électrique destinée à la traction, la question s'est posée de savoir si ces Compagnies de tramways devaient, pour l'occupation du domaine public de l'État, payer les redevances prévues par le décret du 17 octobre 1907 modifié par les décrets des 17 septembre 1912 et 17 mai 1921 en outre de la redevance de précarité généralement fixée à 1 franc.

Les redevances prévues par le décret précité du 17 octobre 1907 ne s'appliquent qu'à l'occupation du domaine public par les lignes de transport ou distribution d'énergie électrique. Or les lignes de travail des tramways électriques destinées à permettre la traction des voitures font partie intégrante des installations indispensables à l'exploitation des tramways et ne constituent ni des lignes de transport, ni des lignes de distribution publique.

En conséquence, les redevances prévues par le décret dont il s'agit ne leur sont pas applicables ; par contre, il y a lieu à perception desdites redevances en ce qui concerne les canalisations et ouvrages extérieurs au réseau, notamment celles de ces canalisations qui alimentent l'entreprise des tramways en énergie électrique.

J. DE LA RUELLE,
Chef de bureau au Ministère des Travaux publics.

Inventions. — Appareils et procédés nouveaux

DISPOSITIF PERMETTANT DE TRANSFORMER UN MOTEUR A COLLECTEUR RÉPULSION EN MOTEUR ASYNCHRONE MONOPHASÉ APRÈS DÉMARRAGE

Le dispositif consiste à réaliser un court-circuit polyphasé sur un collecteur d'induits de moteurs à répulsion (fig. 1).

Le moteur doit alors comporter quatre lignes de balais *b* et *b'*, qui peuvent être mis en court-circuit par l'interrupteur *i*, lors de la marche en asynchrone (Br. Fr. 541.001. — Aciéries de Firminy).

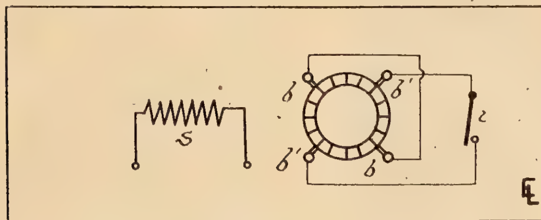


Fig. 1.

UTILISATION DE TUBES A VIDE POUR RÉCEPTION DES SIGNAUX ÉLECTRIQUES.

L'invention porte sur le fonctionnement en détecteur de la lampe à trois électrodes ; on ne shunte plus le condensateur *a*, monté sur la grille de la lampe (fig. 2).

On peut, dans ces conditions, actionner un récepteur ; en effet, le condensateur *a* se charge négativement et reste en position de travail un temps beaucoup plus long (Br. Fr. 541.211. — Cie Thomson-Houston).

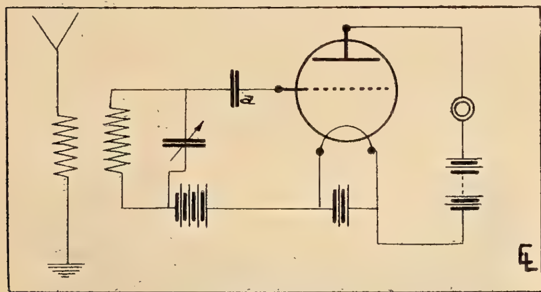


Fig. 2.

LAMPE ÉLECTRIQUE A ÉLÉMENTS RÉFRACTAIRES INCANDESCENTS

L'invention consiste à utiliser le courant pour échauffer un filament *f* placé dans un élément réfractaire *r* en terre rare (fig. 3).

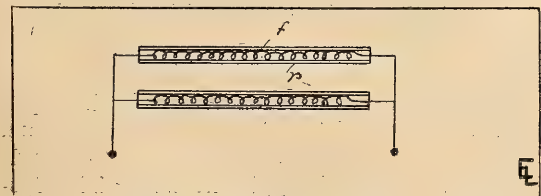


Fig. 3.

Le fil peut être en contact direct avec le corps réfractaire et des formes diverses peuvent être étudiées. (Br. Fr. n° 541.624. — Thorp Elect. Corporation.)

RELAIS SENSIBLE APPLICABLE EN TÉLÉGRAPHIE SANS FIL

Ce relais (ou relais Broca) comprend une lame de fer doux *l* placée devant un électro-aimant *e'* (ou récepteur téléphonique) qui reçoit les oscillations. La lame *l* présente d'autre part une de ses extrémités devant les pôles d'un autre électro-aimant *e* (fig. 4).

Quand l'électro-aimant *e* est sous courant la lame *l* est attirée; elle rencontre un ressort *s* qui équilibre l'action attractive.

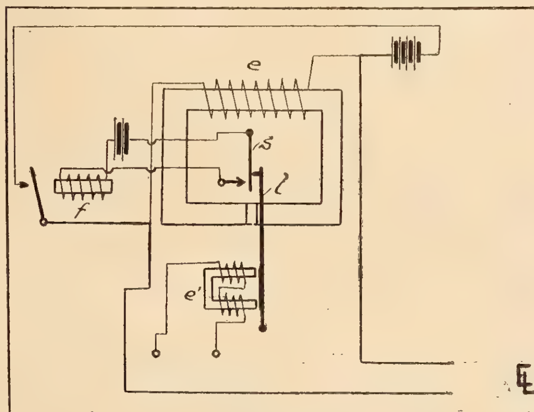


Fig. 4.

D'autre part, dès que l'électro-aimant *e'* est excité, l'équilibre est rompu et la lame *s* peut produire une action ou fermer le circuit d'un enregistreur.

La mise en vibration de la lame *l* peut être produite par une faible action de l'électro-aimant *e'* et par les coupures de l'électro-aimant en *f* (Br. Fr. 541.584. — Société Française Radio-Electrique). P. M.

CONDUCTEURS ÉLECTRIQUES

On ajoute de l'inductance à un conducteur électrique en revêtant une partie de sa surface d'un revêtement protecteur et en déposant électrolytiquement un métal magnétique sur la surface restante. Pour obtenir ce résultat on peut déplacer le conducteur le long de l'axe d'un système à filer comprenant un vase contenant un liquide tel que de l'encre, du vernis, etc. ; un disque mince transporte le liquide à la surface d'un conducteur sous la forme d'une mince hélice. Le conducteur passe alors à travers une auge dans laquelle le fer qu'elle contient est déposé sur les parties non protégées du conducteur. A la place du liquide on peut employer du coton ou tout autre fil isolant. (Brev. angl. n° 179.365. — Grouville.

M. M.

COMMUTATEUR POUR BATTERIE D'ACCUMULATEURS

Un commutateur destiné a être employé avec une distribution comprenant : une dynamo pouvant démarrer en moteur, une battetie, un circuit d'alimentation, est dis-

posé de façon soit à connecter une partie de la batterie et le circuit d'alimentation en parallèle, soit à alimenter toute la batterie par la dynamo, le circuit d'alimentation ne comprenant qu'une partie des éléments de la batterie, soit encore à réunir le circuit d'alimentation à la batterie lorsque cette dernière n'est pas en charge. Une dynamo *a* (fig. 5) connectée pour pouvoir démarrer en moteur lorsque le commutateur *m* est fermé est alimentée par une partie de la batterie *b*; lorsque la dynamo a atteint sa vitesse de régime, elle peut alimenter le circuit *c* par l'intermédiaire d'un interrupteur *r* lorsque le bras 7 est mis dans la position A et que les interrupteurs *k* et *q* sont

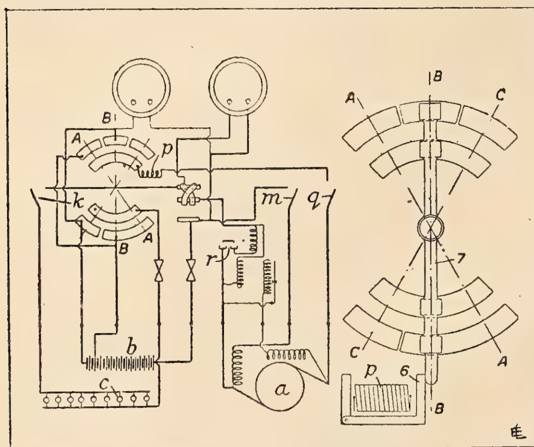


Fig. 5 et 6.

fermés. Si le bras 7 est placé dans la position B toute la batterie est alimentée par la dynamo et le circuit *c* est alimenté par une partie des éléments. Dans la position C la dynamo *a* est déconnectée et le circuit C n'est alimenté que par la batterie. Le circuit de charge de la batterie est complété par une bobine *p* (fig. 6) de telle sorte que lorsque la dynamo, tourne, l'armature S vient en contact avec le bras B pour l'empêcher de se mettre dans la position C. (Brev. angl. n° 179.601. — Cornish.)

M. M.

LA PILE FÉRY A DÉPOLARISATION par l'air.

Une nouvelle pile est entrée depuis quelque temps dans le domaine des applications courantes. Il s'agit de la pile Féry à dépolarisation par l'air.

L'idée d'utiliser l'oxygène de l'air pour la dépolarisation avait déjà été exploitée, mais sans donner lieu à des applications durables.

La pile Féry, au contraire, par son principe, marque un progrès réel dans l'industrie des piles électriques. Elle se compose d'une électrode positive verticale en charbon de qualité convenable, d'une électrode négative en zinc disposée horizontalement au fond d'un vase en verre et d'une solution excitatrice de sel ammoniac. Un conducteur isolé soudé au zinc donne le contact sur ce dernier (fig. 1 et 2).

Cette disposition permet une bonne utilisation de l'oxygène de l'air pour la dépolarisation. Le zinc étant en effet éloigné de la surface du liquide n'a aucune tendance à s'emparer de cet oxygène ainsi que cela se produit quand il est disposé verticalement,

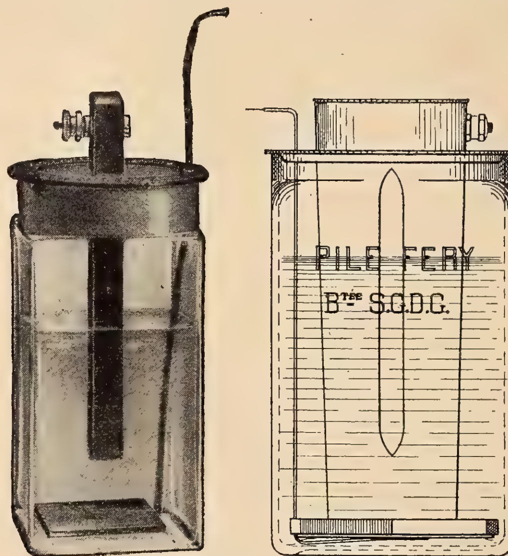
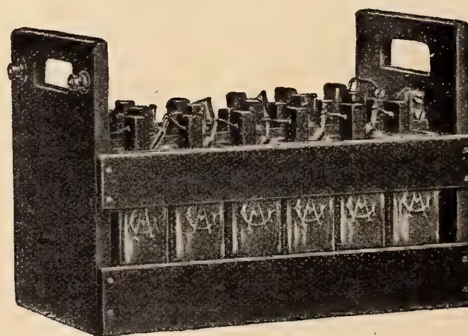


Fig. 1 et 2. Eléments de pile Féry.

et ceci a non seulement l'avantage de permettre une bonne dépolarisation, mais en outre celui d'éviter l'usure inutile du zinc, lequel, lorsqu'il est disposé verticalement, se coupe, comme chacun sait du fait même de l'oxydation au niveau du liquide. Dans la pile Féry, le zinc ne s'use absolument pas à circuit ouvert, il s'use juste de la quantité théorique pendant le fonctionnement.


Fig. 3. — Batterie de piles Féry.

Une des remarquables particularités de la pile Féry, en dehors de l'entretien économique qui résulte de son mode de fonctionnement, est sa grande constance. L'apport d'oxygène nécessaire à la dépolarisation se fait automatiquement d'une façon

régulière et en quantité strictement correspondante à l'intensité débitée. Il s'établit donc un état de régime constant, et si, pour un fonctionnement en débit continu, on trace la courbe de la différence de potentiel aux bornes en fonction du temps, on obtient, en dehors de la période initiale d'établissement du régime, une droite presque horizontale.

Différentes applications ont déjà été faites de la pile Féry pour les téléphones, télégraphes et autres usages habituels. L'administration des P. T. T. français, notamment, s'y est vivement intéressée dès son apparition et les résultats qui viennent d'être publiés concernant l'une des plus anciennes installations de piles Féry qui aient été faites sont extrêmement intéressants (*Annales des P. T. T.*, juillet-août 1922). Il s'agit d'une batterie assurant le service télégraphique de la ville d'Epernay, depuis le mois de mars 1920.

La télégraphie et la téléphonie sans fils utilisent également depuis quelque temps des piles Féry sous forme de modèles spéciaux d'encombrement réduit constituant des batteries de plaques. Cet emploi était tout indiqué du jour où l'on a cherché à se libérer de l'usage des batteries d'accumulateurs de faible capacité.

L'allure horizontale de la courbe de décharge d'une batterie de piles Féry est en effet très analogue à celle d'une batterie d'accumulateurs; par conséquent, la substitution de l'une à l'autre est facile, et alors l'entretien et la surveillance des installations se trouvent diminués d'une façon considérable. En particulier, fait qui est très apprécié des amateurs, une batterie de piles Féry (fig. 3) peut rester pendant un temps quelconque sans fonctionner et sans surveillance; il n'en résulte aucune usure ni aucune détérioration, elle reste intacte jusqu'au moment où elle aura à servir à nouveau.

Les résultats obtenus par ailleurs, permettent de penser que dans ce nouveau domaine la pile Féry est appelée à rendre de nombreux services.

BIBLIOGRAPHIE

La Technique du métier d'électricien, par R. Caillault, ingénieur A. et M. directeur des cours d'apprentissage aux ateliers Cail et C. Baud, contremaître électricien. 2e édition (Dunod, éditeur, prix : 9 francs).

Cet ouvrage est tout particulièrement destiné aux professionnels, c'est-à-dire à l'ouvrier et au monteur électricien. Il constitue un ensemble de procédés et de renseignements de métier, et les auteurs se sont efforcés d'en bien faire comprendre le caractère utilitaire. Dans ce but, chaque chapitre a été divisé en deux parties : une partie dite théorique, imprimée en petits caractères et une partie pratique, imprimée en caractères ordinaires. Notons immmédiatement qu'il convient de donner ici au mot *héorique*, un sens tout à fait restreint, car ces quelques notions théoriques se limitent à l'exposé des lois et principes fondamentaux qui sont la base de toute l'électricité.

La Technique cinématographique. — Projections fabrication des films par Léopold Lobel, ingénieur chimiste I. C. P., directeur technique des « Etablissements filmograph ». (2e édition, revue et augmentée, Dunod, éditeur, prix : 32 francs).

La projection cinématographique, qui a pris naissance en France, manquait jusqu'ici d'un manuel pratique à l'usage des projectionnistes. L'auteur que ses fonctions ont mis à même de déterminer la nature et l'étendue des connaissances que doit posséder un bon opérateur a fait de ce Manuel un ouvrage essentiellement pratique. Il est dégagé des prétentions scientifiques, ce qui lui permet d'être compris même des personnes étrangères aux notions de mécanique, d'optique et d'électricité.

Cet ouvrage est divisé en deux parties. La première est consacrée à la projection : postes, mécanismes de projection, sources de lumière, objectif, installation des appareils, etc. — La deuxième partie traite de la fabrication des films, depuis l'atelier où se fait la prise de vue avec son éclairage spécial et son machinisme, les appareils de prise de vue et leurs accessoires, jusqu'au moment où ils sont prêts à être tournés.

On y trouve la description des appareils les plus récents et tous les procédés les plus perfectionnés qui font l'admiration des spectateurs de cinématographes.

Cet ouvrage sera très apprécié des *Directeurs de spectacles cinématographiques* et des opérateurs; il sera le meilleur guide pour les nombreuses personnes appelées à se servir d'un cinéma, soit pour l'enseignement, soit pour les conférences, l'emploi de ce genre de projections étant aujourd'hui d'un usage courant.

TRIBUNE DES ABONNÉS

*Notre Tribune est une rubrique de renseignements mutuels ouverte à tous nos abonnés. La Rédaction de l'*Electricien *n'est pas responsable des réponses fournies. Nous prions nos lecteurs de limiter leurs demandes au domaine de la pratique industrielle.*

DEMANDES

No 787. — Je désire installer sur le tableau d'un alternateur basse tension 125 kilovolts-ampère, un compteur non équilibré 10 ampères. Ce compteur serait monté sur des transformateurs 800-10 ampères existant sur ce tableau et faisant partie de l'équipement d'un wattmètre. La chose est-elle possible ? Et par quel chiffre faut-il multiplier le nombre de kilowatts obtenus au compteur pour avoir le chiffre exact ?

Dans les installations sous tube en courant alternatif, quel avantage a-t-on à employer des tubes en cuivre en remplacement des tubes en tôle plombée prohibés dans certains secteurs ?

Est-il prudent, dans un branchement, de placer du fil isolé sous tube à l'extérieur et le long d'un mur ?

Ce procédé est-il préférable à l'emploi du sous-plomb ?

Existe-t-il un livre traitant à fond la technique du branchement lumière ?

No 788. — Serais désireux de connaître auteur et ouvrage traitant théoriquement et pratiquement les *soupapes* ou *clapets électrolytiques*, et particulièrement l'application à la charge des accumulateurs sur secteur alternatif. Calculs d'une soupape, aux points de vue surface électrode, volumes d'électrolyte en fonction de l'intensité débitée.

No 789. — Produisant du courant continu 115 volts et

voulant faire de la soudure électrique, prière à un abonné de donner les renseignements et formules nécessaires au calcul d'un rhéostat dont voici la gamme d'intensité à obtenir :

Ampères : 20, 50, 80, 100, 150, 180, 200.

Métal à employer : maillechort.

Faire la description de ce problème le plus clairement possible.

N° 790. — Dans des locaux humides et salins est-il préférable de faire une installation sous tube ou fil étamé sur poulies ?

N° 791. — Un abonné de *l'Electricien* pourrait-il m'indiquer les principaux livres récents, essentiellement théoriques concernant la T. S. F. ?

N° 792. — Désirant me fabriquer un électro-aimant pour renforcer le magnétisme des aimants de magnétos d'automobile, un lecteur pourrait-il me donner des indications utiles : section et structure de la masse polaire, longueur et section du fil des bobines et intensité du courant le traversant (je dispose d'un courant de 110 volts).

N° 793. — J'ai été appelé pour une dynamo de 60 ampères, 150 volts courant continu. Cette dynamo ne donnait plus de courant; après l'avoir examinée à l'ohmmètre, n'ayant trouvé aucune trace de dérivation à la masse, ni rupture de fil, ni apparence de brûlure sur les parties extérieures, j'ai supposé un renversement de pôle ou un manque de l'aimantation permanente qui doit exister pour l'amorçage. Or, j'ai pris une petite dynamo pour l'excitation indépendante, la dynamo a donné son courant normal. Dans deux ou trois jours le même effet s'est produit. Les installations sont assez mal faites. Quelles sont les causes de ces accidents ? Serait-ce des courts-circuits qui désamorceraient la dynamo ? Il se trouve aussi un interrupteur sur l'excitation : en coupant l'excitation, on marche par l'extracourant qui se produit à la rupture. Ne serait-ce pas susceptible de renverser les pôles ?

N° 794. — Je m'occupe d'une petite usine d'électricité marchant en continu 3 fils 2 × 110. La force est fournie le jour par une roue hydraulique qui donne 9 chevaux au maximum, et le soir on lui adjoint un moteur à gaz pauvre. Il y a une batterie d'accus de 150 ampères-heure qui fonctionne seule de 11 heures du soir au lendemain matin 7 heures, mais est toute la journée en tampon avec les dynamos et aide souvent les dynamos à fournir le courant demandé suivant qu'il y a plus ou moins d'eau pour actionner la roue. Je ne puis charger la batterie que 5 à 6 heures par jour à une moyenne de 12 à 15 ampères (j'ajoute un survolteur de 90 volts, 20 ampères aux deux dynamos). Mais pendant la charge, les abonnés qui possèdent des petits moteurs, prennent continuellement de 5 à 15 ampères sous 220 volts. Il me semble qu'à ce compte-là la batterie doit se détériorer rapidement, car elle n'est jamais suffisamment chargée. Et pourtant je ne puis marcher directement avec la roue, n'ayant pas de régulateur, les écarts de voltage sont trop grands.

Pourrait-on me donner un conseil sur la façon dont je pourrais m'y prendre pour éviter la détérioration aussi rapide de la batterie (les accumulateurs sont encore très chers)? Une batterie doit durer, je crois, de 7 à 8 ans, tandis que celle que j'ai en service durera tout au plus 2 ans 1/2.

N° 795. — Les compteurs à courant alternatif monophasé (types A C T, B T ou Aron par exemple) enregistrent-ils exactement le courant consommé dans les cas suivants :

1° Quand le voltage arrivant aux bornes au lieu d'être par exemple du 110 volts, — chiffre marqué sur le compteur, — n'est plus en réalité que du 80 ou 90 volts par suite d'insuffisance du courant primaire.

Si non, peut-on calculer théoriquement et par quel moyen, l'erreur d'enregistrement suivant les diverses progressions des insuffisances de voltage ?

2° En est-il de même d'une diminution de périodicité par rapport à celle du régime inscrite sur le compteur ?

3° Même question que la première, concernant l'enregistrement pour le courant continu des compteurs du type ampère-heure-mètre. Il doit être observé dans les trois cas ci-dessus que la consommation se fait principalement en lumière mais quelquefois en force motrice, et dans ce dernier cas, le rendement des moteurs n'en souffre-t-il pas ?

N° 796. — Quel est l'ouvrage qui traiterait les applications de l'électricité sur les voitures automobiles ?

Demandes d'adresses de constructeurs.

N° 797. — Désirerais connaître adresses de maisons qui fabriquent des petits moteurs électriques de 1/6 HP à 4 HP fonctionnant sous tension de 12 volts environ, courant continu.

N° 798. — Quelle est l'adresse exacte du constructeur des postes de téléphonie sans fil types A 2 lampes, B 3 lampes, C 4 lampes de la marque « S F M » ?

RÉPONSES

N° 723 R. — Ci-contre (fig. 1) un schéma donnant toutes explications nécessaires pour construire et employer l'appareil demandé.

Avoir soin, avant de mettre les accus en charge, de déterminer la polarité du courant.

Bornes : A B, courant alternatif ; C D, courant redressé.

La question de redresser le courant alternatif m'ayant intéressé, j'ai étudié la question et avec cet appareil j'obtiens d'excellents résultats. Il dérive d'ailleurs de redresseurs usuels.

P. H.

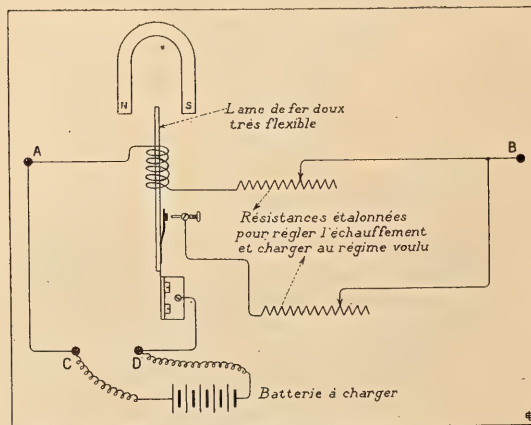


Fig. 1 — Petite installation de redresseur de courant.

N° 744 R.—Vous voulez parler, je suppose, de 2.000 ohms?

Comme, d'autre part, votre question manque de précision et surtout d'un schéma indiquant votre montage actuel, il semble difficile de la solutionner.

Un condensateur variable aux bornes du secondaire permet d'acorder d'une façon précise le secondaire sur les primaire et augmente la netteté dans la majorité des cas.

P. M.

N° 748 R. — *Moteur triphasé asynchrone marchant en monophasé.* — Le montage signalé ne diffère pas sensible-

ment du montage ordinaire des moteurs asynchrones monophasés démarrant à l'aide d'une phase auxiliaire. Ces derniers fonctionnent au démarrage en diphasé dissymétrique. La figure 2 ci-contre donne les deux schémas; D représente l'organe (self, capacité ou résistance) qui décale

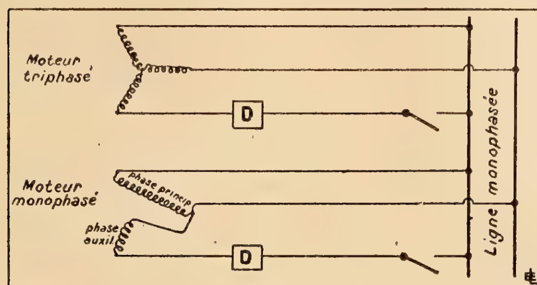


Fig. 2.

le courant auxiliaire de démarrage. Les moteurs triphasés ainsi montés donnent d'aussi bons résultats en monophasé que les moteurs bobinés en monophasé; la puissance qu'ils peuvent donner est de 40 % inférieure à leur puissance normale en triphasé. Au démarrage, les bagues doivent être reliées par des résistances court-circuitées en marche.

L. Bescond.

N° 749 R. — Soient x, y, z, t, u les intensités respectives dans les branches a, b, c, d, e. Les lois de Kirchoff donnent immédiatement (U étant la différence de potentiel entre A et B) :

$$\begin{cases} a\,x + b\,y + c\,z = U \\ a\,x + b\,y = e\,u \\ b\,y + c\,z = d\,t \\ x = y + t \\ z = y + u \end{cases}$$

Ce système de 5 équations est déterminé et permet de calculer une ou plusieurs des intensités x, y, z, t, u.

Si l'on a calculé seulement x et u on trouvera facilement la résistance de l'ensemble qui est évidemment :

$$R = \frac{E}{I} = \frac{U}{x + u}$$

Les calculs ne présentent pas de difficulté spéciale, mais sont très longs; finalement, on trouve :

$$R = \frac{abc + ace + abe + acd + ade + cde + bcd + bdc}{ab + ac + ad + bc + bd + be + ec + de}$$

Cette formule permet de calculer la résistance totale d'un pont de Wheatstone dans lequel b serait la résistance du galvanomètre, U le voltage aux bornes de la pile, a, c, d, e les quatre branches du pont.

N° 749 R. — Appelons j_1 et j_2 (fig. 3) les joints des trois tronçons. Leur résistance respective sera

$j_1 = e - a + b$

et

$_2 = d - b + c$

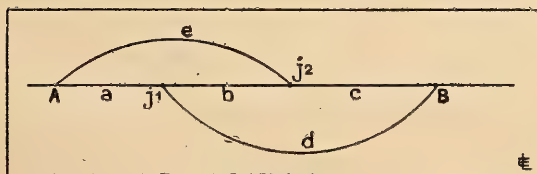


Fig. 3.

Les résistances considérées étant en série nous aurons $R = (a + b + c) + (e - a + b) + (d - b + c)$ et le courant de la ligne A B sera

$$I = \frac{u}{R}$$

N° 754 R. — Un amateur réussit difficilement, ou tout au moins après de multiples tâtonnements, l'appareil que vous avez l'intention de construire. Vous trouverez tous les renseignements désirables dans les ouvrages suivants :

Radio-télégraphie, P. Maurer.
T. S. F. des amateurs, Duroquier.
Livre des amateurs, A. Roussel.
Notions T. S. F., J. Reinaud.

P. M.

Nos 754, 765, 767, 769 R. — Vous trouverez tous renseignements utiles dans *La T. S. F. des amateurs*, par Durocquier. Prix : 10 francs. C'est un recueil de montages, d'installations et de recettes précises pour la confection de tous les appareils de télégraphie et de téléphonie sans fil.

R. de L.

N° 755 R. — Je crois que le locataire est en droit de se plaindre. Pour avis, demandez au service « Consultations juridiques ».

Une antenne et la terre se comportent comme un circuit oscillant ouvert. La période $T = 2\pi\sqrt{L + C}$ dépend de la capacité de la self. Or votre antenne forme capacité avec le toit de zinc, et sa capacité effective C augmente D'autre part, votre réception doit être défectueuse, ou tout au moins diminuée.

P. M.

N° 756 R. — Le problème est beaucoup plus simplement résolu quand on donne le courant absorbé par chaque consommateur et la différence $E\text{-}E^2$. Ce dernier problème a été résolu par M. Bochet (Voir l'agenda Dunod, *Electricité*, p. 229 de l'édition 1922).

N° 757 R. — Pour éviter l'induction et la production de courant dans les tubes en fer comportant les câbles, il serait préférable de loger ces trois câbles dans le même tuyau, de façon à annuler leur induction mutuelle.

B. Corcevay.

N° 760 R. — Si le circuit a un régime très stable, votre méthode est applicable sans grande erreur. On emploie un chahuteur ou inverseur de phase avec un seul wattmètre uniquement pour que les deux lectures soient presque simultanées. Si K est la constante du wattmètre et θ_1 et θ_2 les déviations, on a : $P = P_1 + P_2 = K(\theta_1 \pm \theta_2)$.

R. de L.

N° 760 R. — Si le réseau est *équilibré*, c'est-à-dire les phases également chargées, il suffit de mesurer avec *un* wattmètre la puissance dépensée dans une phase et multiplier la lecture obtenue par 3.

Toutefois, dans la mesure de la puissance en triphasé, lorsque le circuit est *non équilibré*, il faudra toujours *deux wattmètres* au moins puisque les lectures obtenues représentent une puissance moyenne *instantanée*; il faut donc, pour avoir des résultats rigoureusement exacts, que les deux appareils soient branchés sur le circuit de façon à observer *simultanément* leurs déviations.

J. M.

N° 761 R. — Si les lampes sont de 50 bougies « monowatt » la dynamo devra produire 450 watts, la turbine 1 cheval environ, le débit d'eau sera de 90 litres environ. S'il n'a que quelques mètres de long et pas de coude brusque, un tuyau de 30 centimètres de diamètre sera suffisant. La

tension la plus convenable pour la dynamo semble ici de 230 à 240 volts; elle permettra de construire une ligne en fil de cuivre de 2 millimètres qui donnera une perte de charge de 5 % environ.

N° 762 R. — Un moteur asynchrone ne peut ni démarrer ni fonctionner à circuit ouvert. Pour relever les balais et éviter leur usure en marche normale, il faut que les bagues soient mises en court-circuit par un dispositif spécial, automatique ou non.

Ne touchez pas aux balais en marche sans outils isolés.

R. DE L.

N° 762 R. — Pour pouvoir relever les balais de votre moteur triphasé une fois le démarrage fait, il faudrait qu'il comporte un dispositif de relevage et de mise en court-circuit, car autrement vous couperiez le courant dans le rotor et le moteur s'arrêterait. L'avantage du relevage de balais consiste dans l'économie de balais, mais ne fait gagner aucune puissance au moteur. Si l'on oubliait de remettre les balais en prise au moment du démarrage, le moteur démarrerait alors comme un moteur en cage d'écureuil, toutefois si sa puissance n'était pas très importante, car autrement il ferait brûler les fusibles de ses coupe-circuits sans provoquer d'accident.

B. CORCEVAY.

N° 764 R. — Le changement de l'huile des transformateurs se fait ordinairement quand cette huile devient épaisse, noire et a odeur de brûlé, de cuit. La durée de l'huile est indéterminée et dépend de la qualité et surtout de l'échauffement des transformateurs. Certains, dont la température ne monte pas à plus de 60 degrés peuvent conserver la même huile pendant des années.

L'huile brûlée n'est plus utilisable et ne peut être régénérée.

B. CORCEVAY.

N° 765 R. — Dans ces conditions, il vous faut, avec le cadre, un amplificateur à deux ou trois lampes.

Consultez les numéros précédents de *l'Electricien*, qui donnent le montage et la construction d'amplificateurs correspondants.

Vous aurez intérêt à ajouter un ou des condensateurs (variables) pour parfaire l'accord; ils seront montés en dérivation aux bornes du cadre.

De plus, vous pourrez ajouter une bobine de réaction (cadre plus petit logé dans le grand cadre, par exemple).

P. M.

N° 766 R. — Il s'agit sans doute de *résistances pour parafoudres*. Le liquide se compose généralement d'eau contenant une forte proportion de glycérine (20 à 35 %) pour éviter le gel. On ajoute souvent une faible proportion de bichlorure de mercure (1 ‰ à 1 %) qui empêche le développement des moisissures. Dans quelque cas où l'on recherche une grande conductibilité, on ajoute un sel métallique en proportion notable. Il n'existe pas de proportions universellement admises.

N° 767 R. — Comme il a été déjà dit, ce moyen n'est pas à recommander, aussi bien sur le courant continu qu'alternatif, surtout en charge.

En cas d'emploi ou d'essai, ayez soin d'intercaler une capacité suffisante entre vos appareils et le fil de terre.

P. M.

N° 768 R. — Je pense que le baume du Canada, employé en optique, doit pouvoir remplacer l'huile dans les transformateurs à haute fréquence. Cette matière doit coûter assez cher.

B. CORCEVAY.

N° 769 R. — C'est en principe, un dispositif utilisant une bobine montée dans le circuit-plaque de la lampe détectrice par exemple, et couplée avec une bobine montée dans le circuit oscillant.

Le couplage entre les deux bobines permet de recevoir en amorties (sans réaction, c'est-à-dire non couplé) ou en entretenues (par réaction).

La construction en est assez simple, mais exige de nombreux tâtonnements.

Consulter les livres donnés précédemment (réponse 754) ou attendez article prochain qui traitera de la question.

P. M.

N° 781 R. — Les manchons-raccords Pairard, 94, rue Saint-Lazare, Paris.

N° 784 R. — Voyez Compagnie d'Applications électromagnétiques, rue Regnault, à Pantin (Seine).

N° 786 R. — Fabricant de petites lampes : E. Delaporte, 72, rue Saint-Antoine, Paris. — Fabricant de douilles : T. Labeille, 12, rue Denoyez, Paris (XXe).

N° 795 R. — *Exactitude des compteurs suivant variations de voltage et de fréquence.*

Les compteurs à induction modernes A. C. TIV, B. TIII enregistrent à peu près exactement la consommation dans les cas que vous citez; à titre d'indication, voici quelques résultats d'essais faits sur ces compteurs.

Quand on passe de 120 volts à 80 volts, ces compteurs avancent environ de 1 à 1,5 % du quart de charge à la pleine charge; pour les très faibles débits, au contraire, ils retardent un peu.

Pour des variations de fréquence de 5 %, quand le facteur de puissance est égal à 1, le fonctionnement du compteur varie de 1 % environ, en sens inverse de la fréquence, c'est-à-dire qu'il avance de 1 % pour une diminution de fréquence de 5 % et inversement.

Quand le facteur de puissance est faible, par exemple $\cos \varphi = 0,3$, les résultats sont du même ordre de grandeur mais en sens inverse, le compteur avance de 1 % pour une augmentation de fréquence de 5 % avec $\cos \varphi = 0,3$, et réciproquement.

Pour fixer les idées, sachez que la C. P. D. E. dans ses réceptions de compteurs d'induction monophasés chez les constructeurs, tolère un écart maximum de 1,5 % des indications des compteurs quand on passe de 42 à 50 périodes.

Les compteurs Aron, ainsi que les modèles plus anciens A. C. TIII et anciens B. T., présentent des écarts plus grands pour les mêmes variations de régime.

En ce qui concerne les compteurs ampère-heure-mètres à courant continu, genre O'K, ils n'enregistrent que le produit des ampères par le temps, ils ne sont donc pas influencés, dans leur fonctionnement, par les variations de la tension d'alimentation de l'abonné, mais on suppose le voltage constant et la minuterie est construite pour enregistrer des hectowatts-heure sous une différence de potentiel donnée. Dans ces conditions, quel que soit le voltage du réseau, les ampères-heure sont toujours multipliés par une tension fixe, celle de l'étalonnage du compteur.

Si U diminue, le nombre des watts-heure enregistrés est trop grand et inversement. On trouvera les watts-heures vraiment consommés en divisant ceux indiqués par la minuterie par le nombre de volts pour lequel le compteur a été étalonné et en multipliant ce résultat par la différence de potentiel exacte sous laquelle les ampères-heure ont été réellement utilisés.

E. FRANÇOIS.

***Le Gérant :* L. DE SOYE**

PARIS. — L. DE SOYE, IMPRIMEUR, 18, RUE DES FOSSÉS-S.-JACQUES, V°.
Téléph. 806-44

38e Année. — N° 1311 1er Novembre 1922

L'ÉLECTRICIEN

Rédacteur en chef : L.-D. FOURCAULT

FORCE MOTRICE ET TRACTION

Traction dépendante et traction indépendante.

Eu égard aux prix élevés des combustibles et principalement du charbon, la traction à vapeur se perfectionne tous les jours et la condensation de la vapeur de la locomotive est l'objet d'applications en plusieurs pays.

C'est que dans les pays dépourvus de houille blanche, le coût de l'énergie électrique est prohibitif, à moins d'un trafic extrêmement élevé, au regard de la traction à vapeur perfectionnée, faisant 50 0/0 d'économie quantitative sur la consommation de charbon.

Il se présente donc une étape intercalaire, entre l'âge de la vieille traction à vapeur et celui de la traction électrique : c'est celle de la traction à vapeur perfectionnée.

GÉNÉRALITÉS

La traction électrique est généralement entendue comme *dépendante* d'une alimentation d'énergie extérieure, amenée aux voitures ou à la locomotive par des fils aériens ou par un troisième rail.

L'équipement de la voie, constitué par le troisième rail, et, parfois en plus par un quatrième rail, tout aussi bien que les fils aériens, les sous-stations statiques ou dynamiques, représente un capital important dont les charges financières pèsent alors lourdement sur les dépenses d'exploitation proprement dites. Quant aux charges financières et autres de la Centrale d'Électricité, elles ne sont pas à envisager ici dans la comparaison, parce qu'elles sont comprises dans le prix de l'énergie électrique, livrée aux sous-stations.

Ce sont les charges financières de l'équipement de transmission du courant électrique, que les systèmes de traction dits indépendants ont pour but d'épargner en tout ou en partie.

Il n'est possible de déterminer le point de démarcation qu'à condition de connaître exactement les différents facteurs de traction pour une ou plusieurs lignes données, tels que le trafic à desservir (nombre de trains journaliers, etc.), les prix d'entreprises de de la construction des sous-stations de réception et de transformation du courant, ainsi que pour l'équipement électrique des voies et la construction des locomoteurs et des automotrices (partie électrique du matériel roulant), d'une part. D'autre part, les dépenses nécessaires pour un matériel roulant automoteur, ainsi que les garanties relatives à l'usure, la consommation de combustible, l'entretien, les salaires, etc., doivent également venir en ligne de compte.

Enfin, il y a diverses considérations dont, judicieusement, on doit tenir compte; ce sont, par exemple : le profil de la voie, le genre de trafic à desservir, les possibilités de gagner du trafic par la vitesse, le confort des trains, la fréquence de ceux-ci, etc., etc.

En l'occurence, on le voit, ce choix est une question d'espèce.

I. Les systèmes de traction indépendants. — Ce sont, à l'heure actuelle, les systèmes à vapeur, mixtes : vapeur-électricité, thermo-électriques et thermiques.

On pourrait y ajouter aussi les automotrices à accumulateurs électriques. Elles ne sont cependant pas encore fort répandues (1).

Les systèmes à vapeur : locomotives ou voitures à vapeur sont bien connues, nous n'y reviendrons que pour ce qui concerne la dépense.

Les systèmes mixtes : vapeur-électricité, ont tous échoué jusqu'à présent.

Jadis, en France, avant 1900, Heilman a fait quelques essais infructueux de locomotives mixtes, en comparaison avec les locomotives à vapeur ordinaires.

Depuis 1908 jusqu'à la déclaration de la guerre, la « North British Locomotive Company », de Glasgow, a essayé périodiquement une locomotive du système Reid-Ramsay, comportant un groupe turbo-électrique, recevant la vapeur d'une chaudière ordinaire de locomotive, lequel alimentait les moteurs électriques des quatre essieux moteurs.

La vapeur de la turbine était condensée dans un condenseur à mélange. L'eau de condensation passait ensuite dans un réfrigérant à multiples tubes, placé à l'avant de la machine. Le tirage du foyer était assuré par un ventilateur mû mécaniquement, forçant l'air qui s'était réchauffé au contact du réfrigérant, dans le foyer de la chaudière.

La locomotive comportait deux bogies à quatre essieux chacun, dont deux moteurs.

On le voit, rien n'avait été épargné dans cette machine pour lui assurer un rendement en puissance, capable de détrôner la locomotive à vapeur simple. Bien que les résultats techniques des essais entrepris jusqu'alors ne soient pas bien connus, il est cependant certain que l'échec du système a été dû à l'inefficacité du condenseur, provenant, elle, de l'insuffisance de réfrigération de l'eau de condensation.

La turbo-électrique pesait 130 tonnes en ordre de marche, soit le même poids qu'une locomotive de même puissance, pour l'époque, du « Caledonian Railway ».

La turbo-électrique Ramsay (fig. 1). — Depuis la guerre, l'ingénieur de talent qu'est M. Ramsay a poursuivi, avec la ténacité qui caractérise un Écossais, la solution de la question de la condensation, et il est parvenu à faire construire par les usines Armstrong, de Newcastle-on-Tyne, une locomotive nouvelle, armée d'un condenseur mécanique (1).

Le condenseur Ramsay, vraie merveille, consiste dans une sorte de cage d'écureuil horizontale, dont les barreaux sont tubulaires et qui tourne à une vitesse déterminée.

Les tubes-barreaux de la cage tournante sont traversés par la vapeur d'échappement de la turbine, qui pénètre d'un bout par l'axe central creux, tandis que de l'autre bout agit une pompe à air.

Tour à tour les tubes plongent dans de l'eau, dont l'évaporation rapide autour des tubes s'effectue en condensant la vapeur de l'intérieur par suite de la prise de la chaleur par la mince couche d'eau qui les entoure. En vue d'activer l'évaporation elle-même de l'eau qui entoure les tubes tournants, un ventilateur souffle de l'air au travers de la cage d'écureuil.

L'efficacité de cet appareil est très grande. Il tombe d'ailleurs sous le sens que la rotation du condenseur permet d'activer énormément les échanges calorifiques entre les parois.

Quant à la dépense d'eau pour l'évaporation ou la prise des chaleurs de la vapeur à condenser, elle ne serait que de 3/4 en poids de celle de la vapeur condensée.

Il nous a été donné d'examiner il y a quelques années, le fonctionnement de la locomotive Reid-Ramsay, dont il est question ci-dessus, et de nous rendre compte de l'économie probable de charbon que son utilisation entraînerait, au cas d'application du condenseur à cage d'écureuil.

De calculs prudents, il résultait que cette économie pouvait se traduire quantitativement parlant par 45 %.

Cependant, le coût de la construction de la turbo-électrique, devant se monter à 35 ou 40 % en plus de celui de la locomotive ordinaire, et l'entretien en étant un peu plus élevé, l'économie d'exploitation serait d'environ 25 % par rapport à la dépense d'exploitation de la locomotive à vapeur.

Mais il existe, en outre, en faveur de la turbo-électrique de nombreux avantages indirects. Elle présente, en effet, au point de vue du train lui-même, tous les avantages de la traction électrique, sauf celui de l'absence de fumée.

(1) Voir *l'Électricien* du 1er mars 1921.

(1) Depuis le mois d'avril, cette locomotive a été soumise à des essais de puissance et de traction. Il en résulte que le condenseur est pleinement capable de condenser, au taux de 85 % de vide, la pleine puissance électrique de la locomotive, qui est de 850 kilowatts.

Les essais ont, dans chaque cas, été prolongés pendant plus de deux heures, témoignant ainsi d'une mise en régime complète. Les plus récents essais sur la ligne de Manchester à Blackpool ont confirmé l'aptitude de la locomotive à desservir, avec économie, de grands trains.

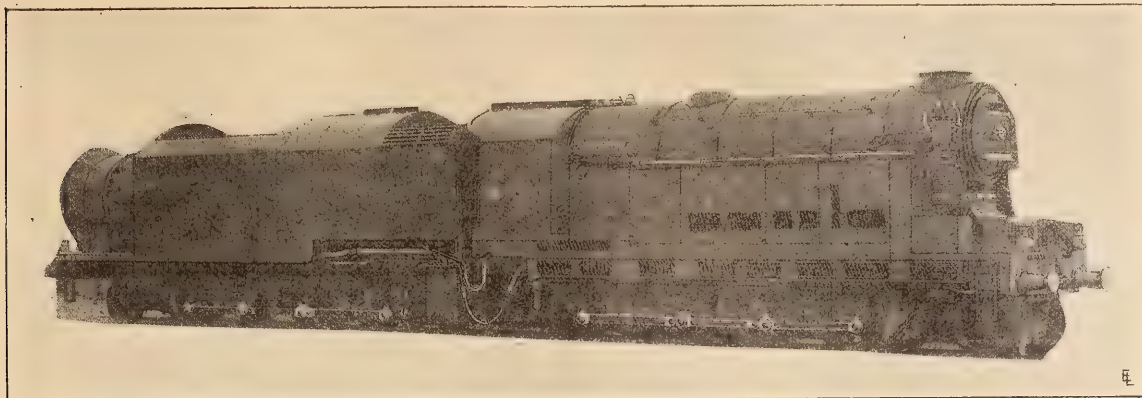


Fig. 1. — Locomotive turbo-électrique Ramsay. Elle comporte six essieux-moteurs et deux bissels. Par l'intermédiaire d'un faux essieu, attaqué par deux moteurs triphasés, les trois essieux moteurs sont accouplés ensemble.

La turbo-électrique peut alimenter des automotrices, intercalées dans le train lui-même, donner au train la lumière et aussi le chauffage qui n'exige plus ici une chaudière spéciale, comme pour les locomotives électriques.

En somme, la turbo-électrique constitue une vraie usine électrique ambulante avec son propre train.

Ailleurs qu'en Angleterre, on s'occupe aussi de la création de locomotives à turbine à vapeur. Il en est ainsi en Norvège, où une application de la turbine Lungstrom est en route.

En Suisse, la firme Escher-Wyss C°, a construit une locomotive à turbine, de faible puissance, dont l'attaque des roues motrices par la turbine à vapeur est faite par l'intermédiaire d'engrenages.

La variation de la vitesse s'effectue à l'intervention de la mise en service d'un nombre plus ou moins grand de jets de vapeur.

Le condenseur de la locomotive est à surface et est placé sous la chaudière. L'eau de refroidissement provient du tender, dans lequel l'eau de cirlation du condenseur tombe en pluie, de façon à s'évaporer partiellement et à se refroidir ensuite.

De même Krupp à Essen, s'occupe aussi de la construction d'une locomotive de l'espèce, et en Italie, la société « Officine Meccaniche » a aussi effectué la construction d'une petite locomotive de ce genre.

Actuellement, les résultats de toutes ces tentatives ne sont pas encore très bien connus, sauf pour la locomotive Ramsay, dont l'avenir semble être plein de promesses (1). Toutefois, avant de connaître les résultats des essais que la « London and North Western Railway » pratique en ce moment à fond sur la locomotive Ramsay, on ne saurait encore conclure d'une façon positive, sur le tantième exact d'économie financière que cette méthode nouvelle de traction pourra donner.

Le chiffre de 25 %, indiqué ci-dessus pour la locomotive Ramsay semble devoir être d'une bonne probabilité, que seul des essais serrés de chemins de fer, avec un wagon dynamomètre, pourront souligner et préciser.

II. **Traction semi-dépendante.** — Ne pourrait-elle pas être en même temps l'usine d'énergie électrique de tout autre train, se trouvant à proximité, s'est demandé un ingénieur belge, lequel vient de faire breveter un système de fonctionnement en parallèle de plusieurs usines ambulantes de l'espèce?

En disposant axialement à la voie ferrée, un troisième rail isolé pour une tension modérée (600 volts) largement suffisante pour un transport d'énergie entre deux usines ambulantes distantes de cinq kilomètres environ l'une de l'autre, et en mettant ce rail d'adduction en communication électrique avec lesdites locomotives-usines, au moyen de sabots frotteurs, on réalise aisément, au prix d'un premier établissement faible, la mise en parallèle des locomoteurs.

La dépense d'un troisième rail isolé peut être de l'ordre de 30.000 francs par kilomètre, mais les avantages sont des plus sérieux.

D'abord, la turbo-électrique d'un train en pleine vitesse, donc poussée à sa pleine puissance (limitée, comme nous savons, par la puissance de vaporisation de sa chaudière et par la capacité de conden-

(1) Au début du mois de mars dernier, il a été donné à l'auteur de suivre pendant une matinée la marche de cette machine sur les voies de l'atelier central de locomotives du *Lancashire and Yorkshire Railway*, à Horwich. Il faut avouer que la condensation se fait fort bien et que de ce côté, le progrès réalisé en matière de locomotives est bien réel.

sation de son condenseur), pourra recevoir un appoint d'énergie électrique d'autres usines ambulantes, se trouvant à proximité et dont la charge n'est pas complète. Il en est ainsi pour des trains à l'arrêt dans les gares, les trains ralentis ou descendant les pentes, etc.

En somme, les trains montants sont aidés, de la sorte, par les trains descendants.

Les turbines travailleraient ainsi à peu près à charge constante, ce qui est un grand bien pour leur consommation de vapeur.

Le graphique de la marche des trains d'une ligne déterminée peut définir le quantum d'énergie cédée de l'un à l'autre, et on ne saurait le fixer exactement, sinon.

Ces excédents disponibles pourraient-ils être de l'ordre de 25 % de l'énergie nominale de la locomotive ? Il ne semble pas que ce chiffre soit improbable, *a priori.*

Mais un avantage essentiel et gros de conséquence de cette disposition nous paraît résider dans la garantie de traction, au cas d'avarie en cours de route, de la chaudière ou du groupe turbo-électrique. L'énergie produite par les autres usines ambulantes permettrait l'alimentation des moteurs du locomoteur, nonobstant l'immobilisation de son groupe générateur.

Enfin, par ce système, la solution serait donnée à la *Diesel électrique*, tant pour la sécurité de la marche que pour le démarrage du groupe Diesel, etc. Un tel système de traction ne serait donc plus indépendant, mais bien *semi-dépendant.*

En présence de la traction électrique, le système semi-dépendant à locomotive turbo-électrique ou Diesel-électrique, est certes des plus intéressants, parce qu'il procure, à moindre prix, les principaux avantages de la traction électrique.

Cependant, il ne faut pas en conclure que ce système ne constitue pas une sérieuse menace pour la traction électrique des trains de chemin de fer; et, en tous les cas, le système recule de beaucoup le point de démarcation entre la traction électrique et la traction à vapeur habituelle.

Sans aucun doute, la construction ultérieure de la turbo-électrique entraînera l'usage de métaux nouveaux possédant, outre les propriétés habituelles d'élasticité, de fragilité et autres que nécessite leur emploi dans les locomoteurs, celles d'une résistance à la traction et au cisaillement de deux à trois fois plus grande (1).

Le but en est d'alléger les usines ambulantes de manière que leur poids brut, par rapport à la puissance couramment livrée au crochet de traction, soit le plus faible possible, tout en ne dépassant pas la limite du poids nécessité par l'adhérence nécessaire à la propulsion d'un train entier.

Les *thermo-électriques* sont assez nombreux.

Le *système Pieper* consiste en un groupe composé d'un moteur à essence et d'une dynamo-moteur en relation directe avec les roues motrices (2). La dynamo-moteur est connectée à une batterie d'accumulateurs; celle-ci reçoit du courant ou en donne suivant la puissance demandée par la voiture.

Le *système Strang*, construit par la compagnie américaine Brill, comporte un groupe électrique avec moteur à essence à 6 cylindres actionnant une génératrice enroulée en dérivation, qui envoie le courant aux moteurs de la voiture en relation, par engrenages, avec les roues motrices. Une batterie d'accumulateurs supplée, dans les rampes, à la génératrice; et dans les pentes, le groupe charge la batterie.

Un système analogue a été établi également par *Westinghouse.*

Les ateliers Sulzer frères ont établi des automotrices benzo-électriques (fig.2), allant jusqu'à 300 chevaux de puissance, qui comportent 2 bogies : l'un, à 3 essieux, porte le groupe électrique à moteur Diesel, à 6 cylindres; l'autre, à 2 essieux moteurs, porte 2 moteurs électriques actionnant un faux essieu, en relation, par manivelles et bielles d'accouplement, avec les essieux.

La dynamo du groupe Diesel à courant continu tourne à 400 tours environ par minute; elle livre le courant continu sous 200 à 380 volts aux moteurs. La variation de vitesse de la voiture est obtenue par le changement de l'excitation de la dynamo et par un réglage en dérivation des moteurs (système Ward-Léonard).

Le combustible consiste dans l'huile de goudron additionnée de gazéol comme huile d'allumage; son point d'inflammation est compris entre 75° et 150° C. Le moteur, groupe électrogène de 200 chevaux, pèse avec ses accessoires environ 9 tonnes. La voiture pèse 65 tonnes. Elle est construite pour 100 personnes (80 places assises et 20 places debout) et peut rouler à 70 et 75 km. à l'heure. La consommation par km. est de 0 kg. 6 environ. Par place assise, le poids mort est de $\frac{65\text{ T}}{80} = 810$ kg. Par place quelconque, il est de $\frac{65}{100} = 650$ kg.

(1) Voir dans le *Génie civil* du 6 juin 1916, page 365, l'article de l'auteur sur « l'Application de la condensation sur les locomotives à vapeur ».

(2) Voir « la Traction thermo-électrique à récupération » (système H. Pieper), dans *la Lumière électrique* du 21 août 1916.



Fig. 2. — Automotrice benzo-électrique Sulzer-frères. Elle comporte deux bogies dont l'un à 3 essieux, qui porte le groupe électrogène, l'autre à 2 essieux moteurs accouplés par deux bielles d'accouplement qui reçoivent le mouvement par l'intermédiaire d'un faux essieu qu'actionnent deux moteurs électriques.

Pour des puissances supérieures à 300 chevaux, la maison Sulzer préconise la locomotive.

Un système thermique des plus intéressants est, sans contredit, celui qui consiste dans la locomotive Sulzer-Diesel (fig. 3), dont le journal *Internal Combustion Engineering*, notamment, du 13 septembre 1913, a donné une description en anglais (1).

Elle comporte un moteur Diesel en « V » à 4 cylindres, dont l'arbre coudé est relié, à ses deux extrémités, par des bielles et des manivelles aux 2 essieux moteurs.

Le châssis est porté par deux bogies, à deux essieux chacun, un à chaque extrémité, et deux essieux moteurs encadrés par les bogies.

A la vitesse de 102 kilomètres à l'heure, le moteur fait 304 tours par minute, et sa puissance atteint alors 1.600 chevaux.

La vitesse du moteur est rendue variable par la levée des soupapes d'admission. Le démarrage a lieu à l'air comprimé, jusqu'à la vitesse de 10 km. 5 environ, à laquelle commence l'admission de combustible, et le débit d'air comprimé arrête. A partir de ce moment la locomotive travaille normalement ; selon la puissance et la vitesse requises, les injections de combustibles ainsi que les pressions de compression dans les cylindres, sont augmentées.

Le poids de la machine en ordre de marche ne dépasse pas 95 tonnes, soit :

$$\frac{95.000 \text{ kg.}}{1.600 \text{ chev.}} = 59 \text{ kg. } 5 \text{ par cheval.}$$

Sur la locomotive à vapeur, l'avantage de ce chef est cependant mince, car la Pacific de l'Etat Belge (construction 1912) pèse 143 tonnes, (tender et approvisionnements compris) pour une puissance maximum à la jante des roues de 2.300 chevaux.

$$\text{Par cheval : } \frac{143.000 \text{ kg.}}{2.300 \text{ chev.}} = 62 \text{ kg.}$$

Aucun résultat d'essai n'a été publié jusqu'à présent. On peut cependant se rendre compte du coût de traction, rien que du chef du combustible.

Le moteur Diesel étant à charge très variable, ne doit pas consommer, en moyenne, par cheval-vapeur effectif sur l'arbre, moins de 350 grammes de pétrole lourd, en y comprenant les pertes d'approvisionnements, dont les prix variaient en Belgique avant la guerre, entre 80 et 200 francs la tonne (1).

(1) Deux locomotives ont assuré un service de plusieurs années sur les chemins de fer de Saxe. Une nouvelle série est actuellement en réalisation.

(1) Actuellement, il coûte 350 francs la tonne. Il est bien vrai que le cycle Diesel est économique et l'est d'autant plus que la compression est plus grande. Or, dans les régimes de faibles vitesses, celle-ci est très inférieure à ce qu'elle devrait être, d'où une augmentation très sérieuse de consommation.

***

Soit considéré le prix de 150 francs la tonne, prix d'acquisition éventuel de l'huile de goudron. Le cheval-vapeur-heure sur l'arbre (les roues motrices en l'occurrence) reviendrait à : 5 cent. 25.

Comparée à la traction à vapeur, cette dépense n'est cependant pas élevée, car une locomotive perfectionnée consomme par cheval-heure, à la jante des roues : 1 kg. 500 à 2 kilogrammes de charbon, lequel coûte 15 francs (1) représentant : 3 centimes. En y ajoutant les pertes d'approvisionnement et autres, on arrive vite à 4 centimes.

On peut critiquer en plus du rendement moyen relativement mauvais le manque de souplesse suffisante. D'ailleurs, les constructeurs Sulzer frères, semblent plutôt préconiser le système thermo-électrique; il est probable que la perte électrique dans la transmission électrique, qu'on peut évaluer à près de 25 %, est compensée, ou à peu près, par la diminution du rendement thermo-mécanique de la marche variable du moteur Diesel. En plus, le système thermo-électrique possède une très grande souplesse de conduite, et beaucoup de facilités de conduite.

McKeen, un américain, a fourni de grandes automotrices à essence de pétrole à diverses compagnies de chemins de fer aux Etats-Unis.

La caisse de la voiture McKeen est complètement en acier de 16 m. 50 à 21 mètres de longueur, et, est montée sur deux bogies à deux essieux. L'un des bogies, celui de devant, est muni d'un moteur à essence à 6 cylindres de 250 chevaux de puissance, à la vitesse de 400 tours par minute, qui transmet le mouvement aux roues.

La voiture comprend 83 places assises, un compartiment de fumeurs, un compartiment de bagages, et pèse au total, à peu près 29.500 kg. Le poids sur le bogie moteur est d'environ 18 tonnes et demie.

Par une disposition spéciale, on peut admettre 105 voyageurs assis.

Le démarrage a lieu à l'air comprimé; deux séries d'engrenages réducteurs de vitesse sont interposées entre le moteur et les roues motrices.

Par place assise, le poids mort est ainsi de :

$$\frac{29.500}{105} = 280 \text{ kg. environ ou : } \frac{29.500}{83} = 355 \text{ kg.}$$

C'est un poids mort très réduit, et des plus avantageux; il résulte du mode de construction de la voiture.

Par cheval de puissance, le poids mort n'est que de 118 kilogrammes.

La conduite de cet engin doit évidemment manquer de souplesse; d'autre part la consommation semble devoir être assez élevée, à cause de la variation forcée de vitesse du moteur à essence.

La transmission de la puissance aux roues absorbe environ 10 %, de sorte que l'on doive compter sur 450 grammes environ d'essence par cheval-vapeur-heure de puissance à la jante des roues. Ce chiffre, à raison de 30 centimes au kilogramme pour le prix de l'essence de pétrole en Belgique (avant la guerre), fait ressortir le prix du cheval-heure à la jante des roues, à 13 cent. 5 (2).

Parmi ces systèmes, ceux qui présentent à l'heure actuelle le plus d'intérêt, sont le Pieper et le Sulzer. Mais le système Ramsay les dépasse tous les deux.

Le système Pieper a l'avantage de permettre la récupération par des lignes ondulées; elle peut présenter de l'intérêt, bien qu'il de faille pas espérer accumuler plus de 60 % de l'énergie mécanique disponible du moteur à essence :

0,75 (rendement des accumulateurs) × 0,85 (rendement de la génératrice) = 0,64 %.

Grâce à l'approvisionnement d'énergie, le moteur à essence peut être plus faible et sa marche est à charge complète; il fonctionne constamment dans de bonnes conditions économiques. Malheureusement, les accumulateurs sont une suggestion constante, et, leur entretien est très onéreux.

Le système Diesel-Sulzer électrique, bien que non récupérant, a l'immense avantage de se servir d'un moteur très économique, permettant l'emploi d'un combustible plus économique que l'essence : l'huile de goudron, et à charge beaucoup plus constante. Les connexions électriques entre la génératrice et les moteurs, sont modifiées lors de la conduite de la voiture, de manière à transformer sur les roues motrices les facteurs de l'équation de la puissance d'après les nécessités de traction.

La maison Sulzer indique une consommation de combustible, par kilomètre, pour la voiture : de 100 personnes (65 tonnes) de 600 grammes, à l'allure de 70 à 75 kilomètres à l'heure. A raison de 150 francs la tonne d'huile, la dépense ressort à *9 centimes* la voiture-kilomètre. C'est fort peu, cela résulte évidemment de l'emploi du cycle Diesel, pour le moteur à explosion. Mais il semble évident qu'en rampe, cette consommation serait assez augmentée.

D'après les résultats des expériences faites avec une automotrice Pieper, sur la ligne de Poissy à

---

(1) Prix en Belgique avant la guerre. Actuellement, le charbon de locomotive revient à 80 francs la tonne. En tablant sur les prix *actuels* de pétrole (350 fr. la tonne) et du charbon de locomotive (80 fr. la tonne), on arrive aux dépenses comparatives de : 12 centimes 23 (pétrole) et de 17 centimes 1/2 (charbon). Cette différence dépend évidemment des cours respectifs du pétrole et du charbon.

(2) Actuellement, l'essence coûte quatre fois plus, ce qui fait remonter le coût du cheval-vapeur-heure à : 64 centimes !

Saint-Germain-en-Laye, que rapporte la *Lumière électrique* du 21 août 1915, la consommation de benzol par tonne-kilomètre, est de 25 gr., 9.

A ce compte, une voiture semblable à la Diesel-Sulzer électrique de 100 personnes, de 65 tonnes, mais supposée réduite à 60 tonnes, pour tenir compte de ce que le moteur Diesel est plus lourd que le moteur à essence ainsi que les moteurs de traction, consommerait par kilomètre, 60 × 25 gr., 9 = 1 kg., 554. La dépense pour le benzol compté même à 15 centimes le kilogramme, ressort à : 23 c., 31.

Les essais de 1911 effectués sur la ligne de Poissy donnent par kilomètre-train, les chiffres de 1,5 centime pour le graissage et de 6 à 7 centimes pour l'entretien.

Les deux système se valent à peu près pour l'entretien, ou plutôt, le système à accumulateurs



Fig, 3. — Locomotive Sulzer-Diesel.

semble devoir nécessiter au total plus de réparations et d'entretien que le système électro-thermique Sulzer-Diesel. Quant aux charges financières qui pèsent sur le coût de la traction, elles sont certainement plus fortes pour l'électro-thermique Sulzer-Diesel que pour la voiture Pieper, mais cette différence n'atteint pas, et à beaucoup près, l'écart entre les dépenses directes des deux systèmes de traction, placés dans des conditions rigoureusement les mêmes.

Le système Ramsay turbo-électrique surpassera largement ces deux systèmes (1).

Au congrès de mécanique de Liége, on a aussi beaucoup parlé de l'application du moteur Still à la locomotive.

(1) On peut tabler sur une consommation de 1 kilogr. de charbon par cheval-vapeur-heure, en y comprenant les pertes par les allumages durant les arrêts, etc. Par tonne de charbon consommé la locomotive déplacerait facilement 400 tonnes (500 voyageurs) sur 75 kilomètres de distance parcourue en une heure.

L'*Usine Ritson* de Leeds, en collaboration avec la Still Engine Company, construit en ce moment une locomotive aux caractéristiques suivantes :

Cylindres : 343 mm. d'alésage par 394 mm. de course ;

Roues motrices : 1 m. 53 de diamètre, et roues avant et arrière : 0 m. 92 de diamètre.

D'axe en axe des roues motrices : 4 m. 32 ;

D'axe en axe des roues extrêmes : 7 m. 98.

Surface de chauffe (utilisée lorsque les brûleurs du foyer sont allumés) :

Tubes	45 m², 6
Paroi du foyer	6 m², 7
Total	52 m², 3

Surface de chauffe (en marche normale, c'est-à-dire constituée par le parcours des gaz d'échappement à travers la chaudière) :

Tubes	34 m², 8
Passages de l'échappement	3 m², 3
Total	38 m², 1

Pression de régime de la chaudière : 12 kgs, 6 par cm²,

Combustible transporté : 18 hectolitres.

Eau transportée : 45 hectolitres.

L'effort au crochet atteindra un démarrage (vapeur seulement), 10.800 kgs et à 65 kms à l'heure, il sera de 3.800 kgs.

Poids de la locomotive en ordre de marche : 70 tonnes, dont 50 tonnes supportées par l'ensemble des trois essieux couplés.

Rapport du poids adhérent à l'effort au crochet de démarrage : 4,8 à 1.

La locomotive Still comporte trois essieux couplés, attaqués par un faux essieu, qui est mû par les pistons de huit cylindres horizontaux opposés deux à deux.

Au démarrage, la vapeur (fournie par la chaudière) est introduite par l'une des faces des pistons. A partir d'une vitesse de 40 tours à la minute, on commencera à injecter du combustible sur les faces opposées des pistons. Le fonctionnement des injecteurs de pétrole dans le foyer de la chaudière à vapeur pourra être diminué.

Le moteur Still, étant à la fois un moteur à vapeur et un moteur à combustion interne, est capable d'être un moteur à vapeur pur et simple dans toutes les circonstances où la locomotive a besoin des avantages qualificatifs d'un moteur à vapeur.

La locomotive Still démarrera comme une locomotive à vapeur pure et simple, elle changera de sens de marche comme une locomotive à vapeur pure et simple, elle manœuvrera aux allures lentes

(accrochage des rames) comme une locomotive à vapeur pure et simple, elle acccélérera au début comme une locomotive à vapeur pure et simple. Aussitôt atteinte une vitesse angulaire de 40 ou 50 tours à la minute, correspondant par exemple à 5 ou 6 kilomètres à l'heure, on commencera à injecter de l'huile dans les cylindres qui fonctionneront à partir de ce moment en tant que cylindres à combustion interne. L'accélération de la locomotive s'en trouvera accrue.

L'allumage des premières cylindrées s'effectuera dans la locomotive Still comme dans tous les moteurs fonctionnant selon ce système sans aucun à-coup et sans aucun aléa, car l'huile se trouve injectée dans une chambre de combustion interne dont la température des parois est élevée grâce à la circulation d'eau dans les chemises en circuit avec la chaudière : à la différence de ce qui se passe dans les moteurs Diesel, les conditions dans lesquelles se trouve la chambre de combustion interne lors de la première injection de combustible se rapprochent considérablement des conditions de la marche normale au point de vue de la température, de la pression, de la vitesse du piston.

A partir du moment où la locomotive aura atteint une vitesse voisine de sa vitesse de régime, les brûleurs du foyer seront éteints et la locomotive fonctionnera au moyen de la seule combustion interne et de la vapeur de récupération, la chaudière jouant pour cette vapeur de récupération le rôle d'accumulateur.

Il faudrait faire une comparaison économique très rigoureuse pour voir de quel côté, entre ces différents systèmes, penche le fléau de la balance des frais d'exploitation.

La *Still* a toute chance d'être économique, mais l'usage du pétrole au lieu du charbon lui fera perdre, en partie, sa vertu économique.

A raison de 80 francs (prix d'une tonne de charbon), 400 tonnes de poids sont déplacés à 75 kilomètres de distance, en une heure de temps, par la *Ramsay*. Ceci exprime que la tonne-kilométrique coûte : *0,26 centime.*

Au même prix de charbon, le kilowatt-heure d'énergie électrique revient fréquemment à *22 centimes.* Comme une tonne-kilométrique (en traction électrique) prend à la source 30 kilowatts-heure d'énergie, cette tonne-kilométrique, par la traction électrique, coûtera *0,66 centime.*

Et pour le train de 400 tonnes indiqué plus haut se déplaçant à 75 kilomètres de distance, la dépense s'élèverait à 198 francs.

La différence entre la traction électrique (énergie générée au charbon) et la *Ramsay* serait de 0,44 centime par tonne-kilomètre.

Pour un train de 400 tonnes se déplaçant de 75 kilométres en une heure, la différence en faveur de la Ramsay, par rapport à la traction électrique, serait de *132 francs.*

Quant aux charges financières, il semble bien qu'elles soient plus grandes pour la traction électrique que pour la traction turbo-électrique.

Pour que la traction électrique puisse rivaliser utilement dans l'état actuel des prix du charbon avec la turbo-électrique, il faudrait que l'énergie électrique coûtât 2,5 fois moins, soit environ 9 centimes le kilowatt-heure actuellement.

Or, c'est là un prix facilement obtenable pour la fourniture de l'énergie électrique par chutes d'eau.

Par conséquent, la traction électrique appartient forcément aux pays possesseurs de chutes d'eau.

On voit ainsi l'immense intérêt que présente la *turbo-électrique* dans les pays tributaires du charbon pour la génération d'électricité.

Conclusions.

Les systèmes-thermiques ou électro-thermiques peuvent difficilement détrôner les systèmes à vapeur : locomotives ou voitures à vapeur, et cela d'autant moins que le genre de trafic de la ligne exige davantage la constitution de trains.

Dans la pratique des chemins de fer de nos pays : Belgique, France et Angleterre, on rencontre des trains à vapeur et fort peu d'automotrices. En Angleterre, on rencontre beaucoup de trains, composés d'une locomotive et de voitures tirées ou poussées par elle, de manière à éviter les manœuvres d'extrémité de ligne. La commande de la locomotive est réalisée à distance pour la marche en voitures poussées.

Il est bien vrai que le confort est plus grand avec les automotrices-thermiques ou électro-thermiques ; et, cette considération vaut quelque chose dans beaucoup de cas. C'est ce qui peut justifier, d'ailleurs assez exceptionnellement, leur emploi dans nos pays non pétroliers et n'ayant pas encore l'huile de goudron industrielle à bon marché.

Il résulte donc des considérations ci-dessus que la traction à vapeur *turbo-électrique*, grâce surtout au charbon de terre à proximité, et au moindre entretien qu'elle exige, comme aussi aux moindres charges financières, est la moins coûteuse. Mais la traction électro-thermique a des avantages sérieux de propreté, de confort, de facilité de conduite, etc., à peu près analogues à ceux de la traction électrique.

Il est des cas où ces avantages et d'autres, qui en dérivent, sont réclamés : dans les villes, par exemple, ou dans les tunnels, et quand le trafic n'est, d'autre part, pas suffisant pour jauger l'équipement de la voie électrique.

III. — Les systèmes de traction dépendants.

Ce sont ceux qui dépendent d'une source d'énergie extérieure à la voiture ou à la locomotive ; tels sont les systèmes télédynamiques dans lesquels un câble d'acier, mû par une machine fixe, est périodiquement grippé par la voiture et les systèmes électriques dans lesquels deux ou plusieurs conducteurs d'électricité sont en communication avec une voiture automotrice ou une locomotive.

Les systèmes télédynamiques ne s'appliquent guère à la grande traction. Il n'y a que les systèmes électriques qu'il soit intéressant de considérer.

Les conducteurs de l'énergie électrique et leurs appareils, régnant depuis l'usine jusqu'à la voie de roulement, représentent un capital considérable que n'entraîne pas avec elle la traction indépendante ou semi-indépendante.

En outre, ces lignes d'adduction coûtent cher d'entretien et dépensent assez bien d'énergie électrique. Si l'énergie électrique est à bon compte, comme dans les pays favorisés par l'existence de la houille blanche, le rendement financier du capital est presque l'unique facteur important, qui intervient dans l'étude du prix de revient de la traction par l'électricité. Au contraire, si la génération de l'électricité est basée sur la chaleur de combustion du charbon, le prix du charbon consitue un facteur très important dans le coût de l'énergie électrique ; et, dans ces conditions au regard de la locomotive à vapeur ordinaire, le trafic à desservir doit déjà être important pour arriver au point de démarcation, spécifiant l'égalité des dépenses entre les deux systèmes de traction : électrique et à vapeur.

Mais la traction *turbo-électrique* vient maintenant, si elle a le succès qu'on en espère, tellement écarter le point de démarcation de l'égalité des dépenses, qu'il faille bientôt un trafic de métropolitain pour l'obtenir.

Dans ces conditions-là, l'avenir de la traction électrique se présenterait comme très sombre pour les longues lignes ferrées, au regard de la turbo-électrique.

Evidemment, certains avantages resteront toujours inhérents à la traction électrique pour lesquels, quoi qu'il en soit, on la préférera toujours à tout autre système de traction, dans des cas particuliers.

Décrire les systèmes de traction électrique, serait faire des redites de descriptions et de définitions très nombreuses déjà (1). Qu'il nous suffise de dire que la dépendance de la source d'énergie qu'elle implique n'est pas sans inconvénients pour la régularité de l'exploitation, le coût d'entretien de la ligne d'adduction, etc.

En cas de guerre, le reproche qu'on lui fait est plus grand encore. Le seul avantage de la dépendance est de permettre au tracteur, l'emprunt momentanément très abondant d'énergie électrique, que ne permet guère la chaudière de la locomotive à vapeur : turbo-électrique ou autre.

Mais rappelons-nous bien de ce qu'aucun progrès n'en supprime un autre. Si donc la réussite de la turbo-électrique est complète, comme il faut l'espérer, la substitution de la traction électrique ne sera néanmoins pas effectuée pour cela, car des avantages sérieux persistent en faveur de cette dernière.

Mais, dans bien des cas, ce sera cependant à la traction turbo-électrique qu'on aura un avantage évident à recourir. Et il est certain que la turbo-électrique se substituera en tous les cas graduellement à la locomotive à vapeur.

En somme, les deux systèmes, et même les trois systèmes de traction : Turbo-électrique, électrique, et Diesel, se partageront les applications de traction, chaque système convenant plus spécialement au cas envisagé.

J. Carlier-Mayer,
Ingénieur civil des mines.

(1) Voir *La Lumière électrique*, numéros du 19 juin 1915 et suivants : « La traction électrique. »

Exportation d'énergie électrique

Des propositions ont été faites pour le transport d'énergie de la Norvège au Danemark. Depuis longtemps déjà la Suède fournissait de l'énergie au Nord Zeeland au moyen d'un câble sous le Sund ; à l'automne dernier l'eau manquant en Suède, alors qu'il y avait abondance d'énergie au Danemark, le passage se fit en sens inverse. Avec le projet actuel, l'énergie serait produite dans les régions du Sud de la Norvège où sont disponibles environ 1 million de kW. Comme la ligne de transmission devrait traverser également la Suède pour passer la mer dans le Sund où les distances sont les plus faibles, et comme la ligne passerait de cette façon à travers les districts populeux de la Norvège et de la Suède, on a prévu de placer le long de la ligne 1 kW par cinq habitants ce qui représente 200.000 kW en Norvège et autant en Suède.

L'idée primitivement conçue d'installer le câble sous le Skager-Rack jusqu'au Nord du Jutland pour relier directement la Norvège au Danemark, a été abandonnée pour des raisons techniques.

ESSAIS ET MESURES

Vérification pratique du branchement d'un compteur triphasé, non équilibré, de haute tension.

Dans deux précédents articles, nous avions démontré l'utilité de brancher les appareils de mesure avec exactitude, nous avions surtout insisté pour proscrire la méthode qui consiste, lorsqu'un appareil donne des indications fausses ou douteuses, à croiser par paires des fils jusqu'à ce que l'on suppose les indications exactes; aujourd'hui, nous voulons donner des renseignements pratiques, tirés de considérations théoriques, pour résoudre un problème quelque peu difficile. On verra par la lecture de cet exposé, combien le fait de croiser une paire de fils peut embrouiller les recherches sans rien solutionner.

La mesure de l'énergie triphasée, lorsque l'utilisation n'est pas rigoureusement équilibrée, est obtenue au moyen d'un compteur à deux électros branchés selon la méthode classique dite des deux wattmètres. Nous avons étudié en détail cette méthode dans le numéro 1248 du 15 mars 1920 de *l'Electricien* (1), et nous avions tiré la conclusion suivante : lorsque les deux wattmètres sont convenablement branchés, celui placé sur la phase en avant (dans le sens de rotation des phases) accuse toujours une plus grande déviation que celui branché sur la phase en arrière dans le temps. C'est la réciproque de cette conclusion qui va nous servir à rechercher les défauts de branchements des compteurs triphasés à deux électros. En effet un très grand nombre de branchements peuvent être réalisés, un seul donne :

$$W = \int (u_1 i_1 \cos \varphi_1 + u_2 i_2 \cos \varphi_2 + u_3 i_3 \cos \varphi_3)\, dt$$

u_1, u_2 et u_3 étant les 3 tensions de phases, nous avons démontré à la page 98 du nº 1248 du 15 mars 1920, l'équivalence de cette expression avec celle de la somme de deux wattmètres convenablement branchés.

Dans une installation basse tension, il est en général toujours facile de suivre les connexions pour réaliser le schéma (fig. 1) qui est le bon, nous n'envisagerons donc pas ce cas; mais dans une installation de haute tension, où les fils fins des appareils de mesure sont alimentés par des transformateurs de potentiel et les gros fils par des transformateurs d'intensité, il n'en est plus de même. Ces transformateurs sont dans la cabine de transformation, souvent inaccessible pour le simple vérificateur, presque toujours mal placés; les fils qui les relient passent dans des tubes ou empruntent des parcours tels qu'on ne peut les suivre d'un bout à l'autre, et le poseur ou le vérificateur de compteurs se trouve en présence d'un certain nombre de fils dans un ordre quelconque et qui apparaissent sur le devant d'un tableau,

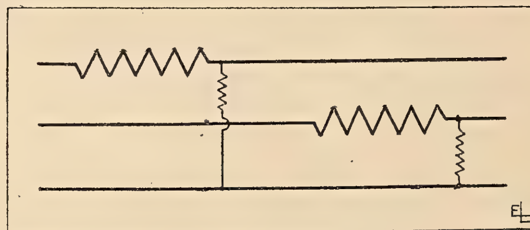


Fig. 1

sous le compteur. Peut-on, dans ces conditions, bien brancher un appareil de mesure ? C'est ce problème que nous allons essayer de résoudre.

Nous supposerons que la cabine de transformasion alimente un transformateur d'une puissance égale à celle du calibre du compteur. Si on enclenche ce transformateur, à vide, sur le réseau, on sait que la consommation d'énergie a lieu avec un facteur de puissance inférieur à 0,5; un des électros doit donc entraîner le disque à l'envers, l'autre à l'endroit, de plus, celui qui l'entraîne à l'envers est celui qui est branché sur la phase en arrière dans le temps par rapport à l'autre, il doit donc faire tourner le disque à une vitesse moindre que l'autre; enfin les deux électros, bien branchés,

(1) E. François, « Recherche du sens de rotation des phases dans les installations polyphasées. »

doivent simultanément solliciter le disque dans le bon sens, à une vitesse qui corresponde approximativement à la consommation en watts prise à vide par le transformateur. Nous disons à dessein appproximativement, car à ce régime, le fonctionnement du compteur est forcément douteux, le cos φ est souvent très petit et la charge infime par rapport au calibre. Tout le secret d'un bon branchement de compteur consiste à obtenir ce résultat.

Les praticiens désignent sous le nom de *grande phase* ou *phase positive*, celle qui alimente le gros fil du wattmètre marquant à l'endroit, c'est-à-dire celui qui indique :

$$Ui \cos\left(\frac{\pi}{6} - \varphi\right),$$

le nom de *petite phase* ou *phase négative* est réservé à celle alimentant le wattmètre qui marque à l'envers, c'est-à-dire qui indique :

$$Ui \cos\left(\frac{\pi}{6} + \varphi\right).$$

Nous avons défini ces expressions, car nous les utiliserons dans notre article.

Admettons, pour nous placer dans les conditions les plus défavorables, que nous ayons huit fils aboutissant au tableau, qu'ils soient absolument identiques et sans aucun repérage. Un simple voltmètre nous permettra de suite de reconnaître les deux paires de fils venant des transformateurs de potentiel. (En général, il n'y aura que trois fils, les transformateurs de potentiel ayant un retour commun avec un seul fil.)

Branchons ces fils, chaque paire sur le fil fin d'un électro du compteur. Enclenchons le transformateur de puissance et sélectionnons nos fils venant des transformateurs d'intensité ; pour cela, si les enroulements secondaires sont à la terre, on a, avant l'enclenchement, supprimé ces deux terres. Faisons toucher ensemble les extrémités des conducteurs deux à deux, ceux qui donneront une étincelle seront les extrémités de deux fils aboutissant au même transformateur de mesure.

Il faut opérer rapidement, afin de ne pas laisser longtemps des transformateurs d'intensité fonctionner à circuit secondaire ouvert ; et avec de grandes précautions, car lorsque le circuit secondaire est ouvert, la différence de potentiel à ses bornes peut être assez élevée. Déclenchons et replaçons les terres s'il y a lieu, nous verrons du reste en fin de cet article combien les choses se simplifient si les sorties de tous les transformateurs de mesure sont à la terre.

Nous sommes en présence de deux paires de conducteurs que nous devons relier aux deux gros fils des électros. Mettons une de ces paires en court-circuit, afin toujours de ne pas laisser le secondaire ouvert et branchons l'autre sur un des électros gros fil. Enclenchons le transformateur de puissance ; selon notre chance, le compteur peut tourner : à l'envers ou à l'endroit, vite ou doucement. S'il tourne vite, le branchement est certainement à rejeter, car il correspond à l'alimentation du gros fil de l'électro par l'intensité prise sur la phase qui ne correspond pas à celle alimentant déjà son fil fin (fig. 2 ou 3) et dans ce cas le compteur enregistre :

$$\pm \int Ui \sin \varphi \, dt$$

selon le branchement relatif des enroulements gros fil et fil fin de l'électro produisant le couple moteur.

Or puisque cos φ est très petit, sin φ est très grand, i peut atteindre de 1/10 à 3/10 de l'intensité totale en charge, le compteur tourne donc beaucoup plus vite que dans le cas où il est bien

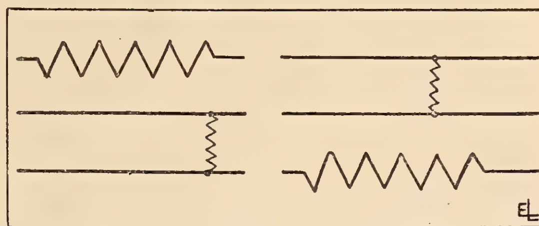


Fig. 2. Fig. 3.

monté. Avec la pratique, un opérateur adroit se se rendra compte immédiatement à quel genre de montage il a affaire. Du reste un contrôle est assez facile ; si vous croyez être monté de telle façon que l'électro enregistre :

$$\pm \int Ui \sin \varphi \, dt,$$

débranchez le gros fil et branchez-le sur l'autre électro, abstraction faite du sens de rotation, le compteur doit alors tourner moins vite que dans le précédent montage, car il enregistrera :

$$\pm \int Ui \cos\left(\frac{\pi}{6} \pm \varphi\right) dt.$$

Si les vitesses étaient assez lentes pour les deux montages, cela prouverait que les primaires des transformateurs de mesure ne sont pas branchés comme ils devraient l'être selon la méthode des deux wattmètres, (voir mauvais montage fig. 4) il est alors inutile d'essayer de bien connecter le compteur tant que le bon montage (fig. 5) ne sera pas réalisé sur la haute tension.

Comme il est assez facile, en général, de suivre

les connexions de haute tension dans les cabines, on devra, si l'accès en est autorisé, vérifier avant toute chose la façon dont sont branchés les transformateurs de mesure.

Repérons maintenant le branchement pour lequel le compteur tourne le moins vite, sans tenir

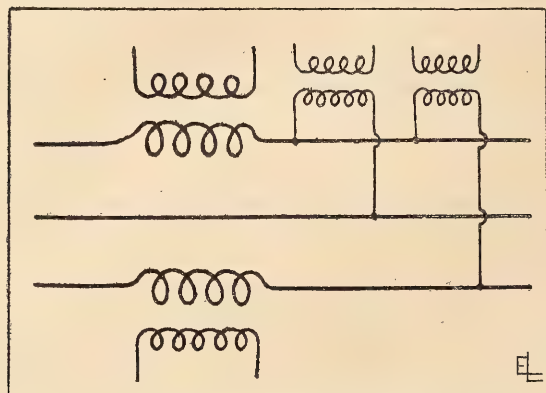


Fig. 4.

compte du sens de la rotation et réunissons en court-circuit cette paire de conducteurs essayés. Enlevons le court-circuit de l'autre paire et opérons de même. Pour obtenir la rotation la moins rapide, il doit falloir brancher ces deux fils sur l'électro libre, c'est-à-dire celui qui n'a pas été choisi pour fonctionner avec la première paire. Ici encore, si la rotation est à peu près identique pour le montage sur l'un ou l'autre des électros, cela prouve un mauvais montage des primaires des transformateurs.

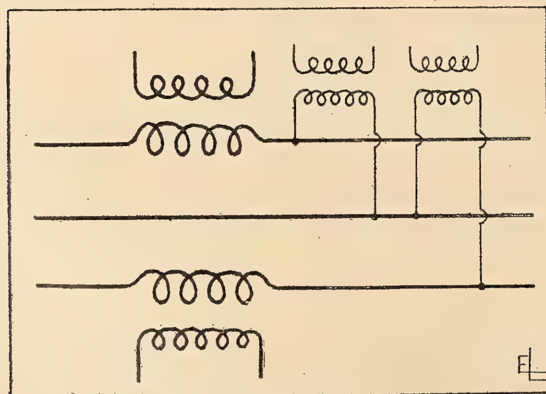


Fig. 5.

Une fois tous ces tâtonnements exécutés, nous connaissons exactement le repérage des circuits potentiel et intensité qui doivent alimenter le même électro, il s'agit maintenant de respecter les entrées et les sorties relatives des enroulements gros fil, les fils fins ayant été dès le début connectés à demeure.

Rien n'est plus facile, si nous nous rappelons que les deux électros doivent séparément entraîner le disque en sens inverse et que la rotation à l'envers doit être plus lente que la rotation à l'endroit. Il suffit de mesurer les vitesses séparément pour chaque électro, brancher celui qui tourne le plus vite de façon à ce que la rotation soit directe et celui qui tourne le plus lentement de façon à ce qu'elle soit inverse. Les connexions définitives étant réalisées à demeure, le compteur doit tourner très lentement, dans le bon sens, et enregistrer, comme nous le disions au début, la perte à vide, en watts, du transformateur de puissance. On pourra ensuite charger le transformateur et contrôler si possible, le fonctionnement du compteur pour des charges et des facteurs de puissance divers.

Maintenant que nous connaissons le moyen de brancher normalement un compteur, nous allons examiner quelques mauvais branchements et rechercher, pour chacun d'eux, ce qu'enregistre alors l'appareil.

1° Fils fins normalement branchés et les deux gros fils inversés :

Dans ce cas, l'électro qui doit entraîner le compteur dans le sens direct le fait tourner en sens inverse et réciproquement. Le disque tourne donc finalement à l'envers, avec une vitesse égale à celle qu'il devrait avoir à l'endroit s'il était bien branché, et le compteur enregistre :

$$-\int \left[Ui_1 \cos\left(\frac{\pi}{6}+\varphi\right) + Ui_2 \cos\left(\frac{\pi}{6}-\varphi\right) \right] dt.$$

au lieu de :

$$+\int \left[Ui_1 \cos\left(\frac{\pi}{6}+\varphi\right) + Ui_2 \cos\left(\frac{\pi}{6}-\varphi\right) \right] dt.$$

2° Fils fins normalement branchés et un seul gros fil inversé :

Deux hypothèses se présentent selon que le gros fil inversé est sur la grande ou la petite phase. S'il est sur la grande, cet électro entraînera le compteur à l'envers, celui branché sur la petite étant bien connecté, sollicitera l'équipage mobile à l'envers également, et le compteur tournera finalement à l'envers, plus vite que dans le cas précédent, il enregistrera :

$$\int \left[Ui_2 \cos\left(\frac{\pi}{6}+\varphi\right) - Ui_1 \cos\left(\frac{\pi}{6}-\varphi\right) \right] dt.$$

Si c'est le gros fil branché sur la petite phase qui est inversé, le résultat est l'inverse du précédent, et l'ensemble tournera à l'endroit à la même vitesse que celle qu'il avait à l'envers, c'est-à-dire à une

vitesse supérieure à celle qu'il aurait si le compteur était bien branché, il enregistre :

$$\int \left[Ui_1 \cos\left(\frac{\pi}{6} - \varphi\right) - Ui_2 \cos\left(\frac{\pi}{6} + \varphi\right) \right] dt.$$

3° Si tous les enroulements fil fin et gros fils sont inversés, tout redevient normal, et le compteur est bien branché (Voir page 146 du n° 1238 du 15 octobre 1919, de *l'Electricien*) (1).

4° Nous allons maintenant examiner le cas où le fil fin et le gros fil de chaque électro sont pris sur deux phases différentes. Si tous les circuits sont bien branchés, l'un des électros enregistre :

$$\int Ui_1 \sin \varphi \, dt \quad \text{et l'autre} \quad - \int Ui_2 \sin \varphi \, dt.$$

Si $i_1 = i_2$, comme c'est le cas pour l'intensité demandée à vide par un transformateur de puissance en bon état de fonctionnement, le compteur ne tourne donc pas.

5° Si pour le même genre de branchement, un gros fil ou un fil fin est inversé, le compteur enregistrera :

$$\pm \int 2Ui \sin \varphi \, dt$$

Il tournera donc à une très grande vitesse pouvant aller jusqu'à 40 % de sa vitesse maximum à l'endroit ou à l'envers, selon l'enroulement inversé.

6° Si les primaires des transformateurs de mesure n'étaient pas convenablement branchés, nous aurions encore toute une série d'indications possibles très variables du compteur, mais nous ne les envisagerons pas puisqu'il est facile de s'en apercevoir et d'y remédier avant de faire ces essais.

Dans quelques installations de cabines haute tension, on supprime les transformateurs de potentiel qui sont onéreux et on excite les fils fins des électros par la basse tension même du transformateur de puissance. Dans ce cas, le repérage devient très difficile surtout si on ignore le mode de groupement des enroulements haute et basse tension de ce transformateur, en étoile ou en triangle, mais une méthode de tâtonnements s'applique également pour trouver le branchement du compteur. Les trois fils d'excitation sont, la plupart du temps, faciles à suivre.

Enfin dans les installations où tous les transformateurs de mesure ont leur sortie secondaire reliée à une terre commune, si les connexions haute tension ont été bien réalisées, et si les transformateurs de mesure et le compteur sont eux-mêmes bien repérés (Voir n° 1238, du 15 octobre 1919), les deux premiers défauts indiqués ne peuvent se produire, seul le montage en sin φ peut exister.

Il est bon aussi de signaler un contrôle du bon branchement du compteur que l'on peut faire dans certaines installations. Quand il existe sur l'arrivée de haute tension triphasée trois sectionneurs à air, en enclenchant deux seulement d'entre eux, on peut alimenter le transformateur de puissance en monophasé. On fait les deux expériences suivantes : on enclenche à demeure le sectionneur du câble sur lequel il n'y a pas de transformateur d'intensité, puis l'un des deux autres. Le compteur doit tourner à l'endroit. On ouvre ensuite ce second sectionneur et on ferme le troisième, le compteur doit encore tourner à l'endroit. En effet, à chaque expérience, un seul électro a son gros fil parcouru par une intensité décalée en arrière de la tension composée alimentant le transformateur ; ce décalage dépend du coefficient de self-induction et est certainement moindre de $\frac{\pi}{2}$, le compteur se comporte donc deux fois comme un compteur monophasé ordinaire. Si pour un de ces essais, le compteur tourne à l'envers, il y a une erreur de branchement.

Remarque. — Nous avons dit au début que nous supposions le compteur d'un calibre égal à la puissance du transformateur qui sert à l'essai, si ce dernier était beaucoup moins puissant, s'il s'agissait d'un transformateur pris dans un groupe dont le compteur serait totalisateur pour tout le groupe ; les puissances mises en jeu, par ce transformateur à vide, seraient trop faibles pour permettre l'exécution des essais dont nous venons de parler. Dans le cas contraire, si le transformateur est plus puissant que le calibre du compteur, les essais seront rendus plus faciles, mais l'intensité à vide doit être connue afin de ne pas envoyer dans les gros fils du compteur un nombre d'ampères qu'ils ne sont pas capables de supporter. Il sera souvent intéressant d'utiliser, pour opérer les tâtonnements, un wattmètre ou un compteur monophasé, d'un calibre en ampères égal à l'intensité à vide prise par le transformateur ; on montera cet appareil sur les fils d'alimentation du gros compteur à brancher et on connectera ce dernier par comparaison ; mais il faut dans ce cas, que le montage intérieur des électros du compteur soit bien exécuté.

Nous espérons que ces quelques indications permettront aux praticiens qui s'occupent de pose ou d'entretien de compteurs triphasés, trois fils non équilibrés, de réaliser facilement leur branchement exact et de retrouver les erreurs de branchement possibles dans le cas de mauvais fonctionnement des appareils qu'ils ont à entretenir et vérifier.

C. Hanot et E. François.

(1) E. François, « Du repérage des installations d'appareils de mesures dans les applications industrielles. »

Le Congrès international et L'Exposition des Combustibles Liquides.

Le Congrès international des combustibles liquides, organisé par la Société de chimie industrielle, à l'occasion du XVIIe Salon de l'Automobile, a obtenu un plein succès, aussi bien que l'exposition qui y

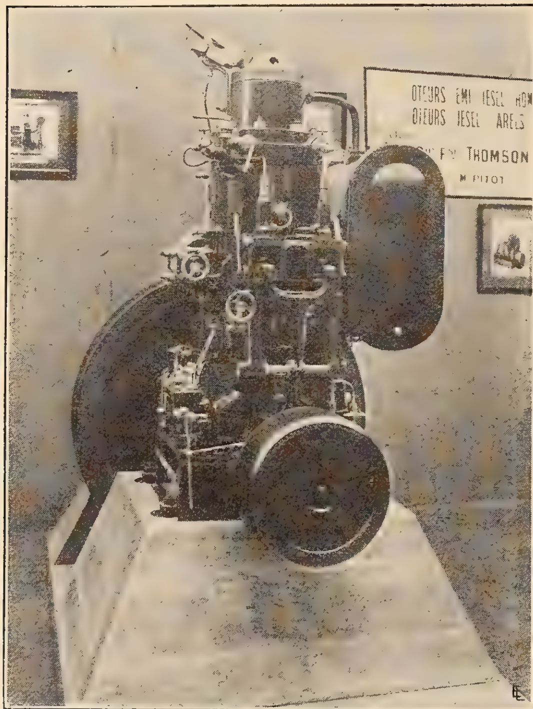


Fig. 1. — Moteur Semi-Diesel 40/45 HP, à 350 t. m. (*Thomson-Houston*)

était annexée et où figuraient, à côté des différents échantillons de combustibles liquides, leurs appareils d'utilisation, moteurs à allumage classique et moteurs Diesel et semi-Diesel.

Nous avons déjà donné un aperçu des nombreuses communications faites au Congrès (1); ne pouvant les analyser ici comme le mériterait leur importance, nous dégagerons seulement quelques points saillants des discussions du Congrès.

M. Ch. Berthelot a exprimé l'avis que l'utilisation des huiles lourdes de houille ou de pétrole est une méthode appelée à être de moins en moins employée, tandis que l'avenir appartient aux méthodes basées sur l'utilisation des crésols ou sur l'absorption à l'aide du charbon de bois.

Des communications de MM. Brunschweig, de Pritzbuer, Mariller, Damour et Laffargue, il résulte que les lignites français sont exploitables dans des



Fig. 2. — Vue du Stand *Thomson-Houston*.

conditions aussi avantageuses que les lignites allemands, puisque ceux de l'Hérault, par exemple, donnent une moyenne de 15% d'huiles brutes desquelles on peut extraire 25% d'huiles légères analogues aux benzols et essences.

Une conférence de M. Paraf, directeur général de la Société des forces motrices de la Vienne, sur l'emploi des moteurs Diesel dans les réseaux de distribution à alimentation hydro-électrique, a particulièrement fait ressortir l'intérêt des travaux du Congrès pour les producteurs d'énergie électrique. Pour tirer le meilleur parti d'une chute d'eau, il faut équiper, non pour le plus faible débit donnant une puissance constante, comme on l'a fait jusqu'ici, mais pour les eaux d'au moins six à huit mois par an. Dans ce système, il y aura des trous, d'où la nécessité d'associer une usine ther-

(1) Voir *L'Electricien* du 15 octobre 1922, p. I.

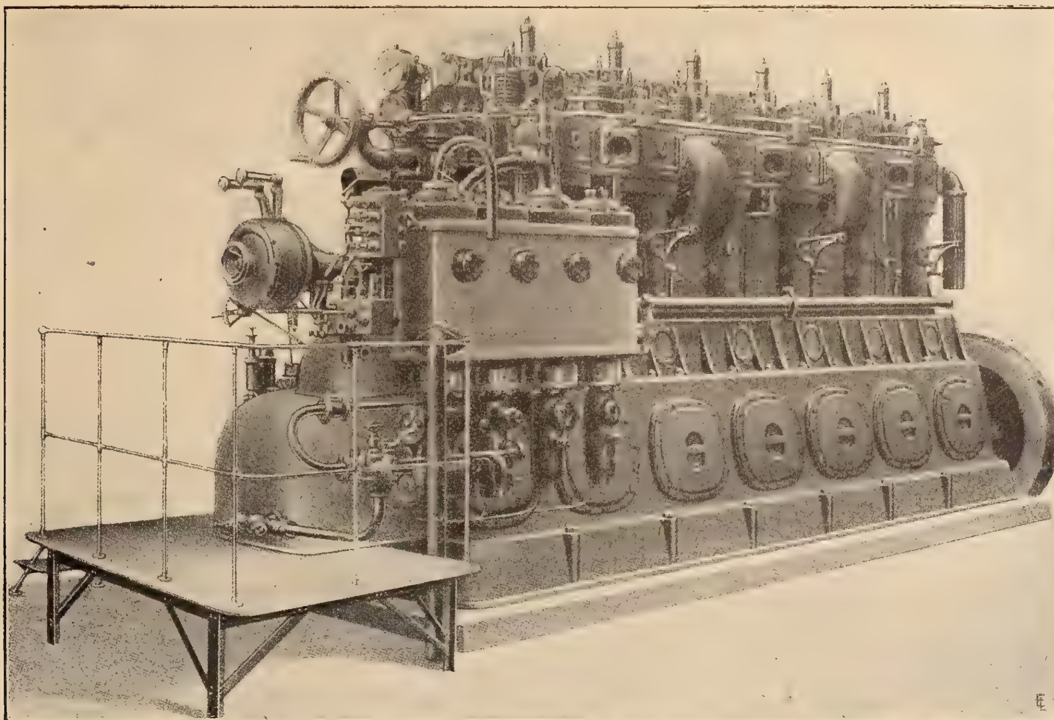


Fig. 3. — Moteur Diesel 225/300 HP *(Usines Renault)*

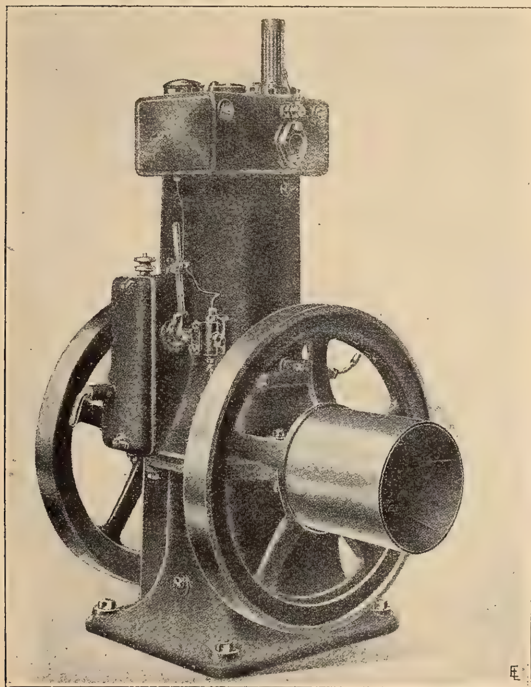


Fig. 4. — Moteur Semi-Diesel 10 HP *Renault*

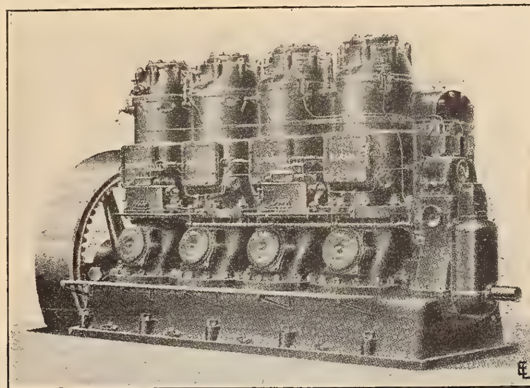


Fig. 5. — Moteur Semi-Diesel 120/160 HP.

mique à la chute. Parmi les usines thermiques possibles, celle équipée avec moteurs Diesel est la plus favorable, parce que son fonctionnement est discontinu et qu'on est conduit à l'installer au centre même de la consommation des usagers.

Les quelques vues que nous donnons ci-contre (fig. 1 à 5) montrent que les moteurs à combustion interne de petite et moyenne puissance sont tout à fait prêts à remplir ce rôle de « secours » si important dans l'économie de la production d'énergie. L. D. F.

Informations.

Autorisations. — Concessions.

Ardèche et Loire. — La société régionale d'énergie électrique « Loire et Rhône » dont le siège est à Lyon, 40, Cours de Verdun, a sollicité la concession d'une ligne de transport d'énergie électrique partant d'un poste de transformation situé à Luzin, commune de Chavanet (Loire) et allant à Limony (Ardèche). Cette ligne construite jusqu'à Saint-Pierre de Beuf sous le régime des permissions de voirie est destinée à alimenter la concession communale de Saint-Pierre de Beuf et celle de Limony.

Corrèze. — Une conférence a été tenue entre l'ingénieur du génie rural et l'ingénieur en chef du contrôle des distribution d'énergie électrique au sujet de l'établissement d'un réseau rural de distribution d'énergie électrique dans la commune de Cormelles.

Un projet est actuellement à l'étude en vue de l'établissement d'une distribution d'énergie électrique pour tous usages dans les communes ci-après qni se groupent en syndicat intercommunal savoir :

Egletons, Rosiers d'Egletons, Saint-Hippolyte, Saint-Yrieix le Dejalat, Champagnac-la-Noaille, Darnetz, Soudeille, Le Jardin-Peret, La Chapelle-Spinasse, Moustiers, Vantadour, Davignac, Lamazière, Basse, Clergoux, Marcillac, Lapleau, Saint-Hilaire-Foissac, Lafage, Saint-Merd de Lapleau.

La réalisation de ce projet permettra le développement économique d'une ville de 2.200 habitants et de 222 localités rurales d'une population globale de 10.600 habitants, soit 84 % de la population des 19 communes précitées. Ce projet qui semble se présenter dans des conditions financières favorables prévoit la participation du concessionnaire aux frais de concession du réseau pour environ 1/5.

Eure. — La Société électrique agricole et industrielle à Gasnier a demandé la concession d'une distribution de transport d'énergie électrique entre Dangu et Naufles-Saint-Martin.

Cette ligne d'une longueur d'environ 7 kilomètres transporterait du courant triphasé 15.000 volts aux ateliers de Gisors ; elle emprunterait sur un certain parcours le domaine public du chemin de fer et alimenterait les communes de Dangu et de Naufles-Saint-Martin.

Moselle. — La Société des aciéries de Rombas a demandé l'autorisation d'installer par permission de voirie une ligne électrique destinée à alimenter la commune de Malancourt-la-Montagne.

Les tarifs du courant H. T. dans la banlieue de Paris.

Les concessions d'électricité de la banlieue de Paris sont encore sous le régime d'avenants provisoires, contrairement à la distribution de Paris, dont nous avons indiqué les principales clauses de l'avenant définitif (1).

Toutefois les fournitures de courant industriel se faisant généralement à des conditions inférieures aux tarifs maxima fixés dans les clauses des concessions communales ou d'Etat qui pourront intervenir, des délégués représentant les groupements industriels consommateurs ont discuté et conclu avec les secteurs de la banlieue (Triphasé, Eclairage et Force, Est-Lumière et Ouest-Lumière) un accord dont voici les principales dispositions :

Les tarifs institués sont des maxima, applicables sous les conditions suivantes :

1° L'industriel doit souscrire un abonnement de cinq ans au moins ;

2° L'usine à alimenter doit se trouver dans le département de la Seine sur le territoire d'une commune alimentée normalement par l'Eclairage et Force par l'Electricité, Est-Lumière, Ouest-Lumière, et le Triphasé ;

Par exception, le bénéfice de ces dispositions est acquis aux industriels d'Argenteuil et de Bezons (Seine-et-Oise) ;

3° Le secteur ne doit avoir à sa charge aucune dépense de canalisation nouvelle ;

4° La puissance mise à la disposition de l'abonné pourra servir indistinctement à la lumière et à la force motrice, mais la puissance lumière ne devra pas représenter plus de vingt pour cent (20 0/0) de la puissance totale souscrite. Par exception, pour les contrats de moins de cinquante (50) kVA, la puissance pourra être de dix (10) kVA.

Ceci étant, voici le barème adopté :

Les prix de kilowatt-heure des tableaux I et II ci-après correspondent à la valeur de 100 francs de l'index économique électrique ministériel de haute tension pour la région parisienne et varieront de 0 fr. 0017 par franc de variation de cet index.

Tableau I (Tarif binôme).

Abonnés ne s'engageant à aucun minimum, mais garantissant l'exclusivité de la fourniture.

1° Taxe de puissance par kVA souscrit.

Pour chacun des 25 premiers kVA souscrits...	132 fr.
— 50 kVA suivants...........	120 fr.
— 125 kVA suivants..........	108 fr.
— kVA de surplus...........	96 fr.

2° Prix du kilowatt-heure.

P = Puissance souscrite en kVA.

Pour chacun des A premiers kilowatt-heures...	0 fr. 25
A = 20.000 + 100 P.	
Pour chacun des B kilowatt-heures suivants ..	0 fr. 24
B = 40.000 + 200 P.	

---

(1) Voir *l'Électricien* des 15 juin et 1[er] août 1921.

Pour chacun des C kilowatt-heures suivants... 0 fr. 23
C = 60.000 + 300 P.
Pour chacun des D kilowatt-heures suivants .. 0 fr. 22
D = 80.000 + 400 P.
Pour chacun des E kilowatt-heures suivants .. 0 fr. 21
E = surplus de la consommation annuelle.

Tableau II (Tarif monôme).

Abonnés garantissant un minimum de consommation égal en kilowatt-heures à 800 fois la puissance souscrite en kVA.

Les kilowatt-heures manquants seront factures au prix de base de la deuxième tranche sans correction d'index.

Puissance souscrite en k V A	Prix du kilowatt-heure — 800 premières heures fr.	Prix du kilowatt-heure — Surplus de la consom. annuelle fr.
0- 25	0,40	0,30
26- 50	0,39	0,29
51-100	0,37	0,28
101-200	0,36	0,28
201-400	0,34	0,27
401 et plus	0,33	0,26

Déphasage. — Les prix de kilowatt-heures des tableaux I et II ci-dessus (y compris les variations en fonction de l'index économique) s'appliquent au cas où le cos φ moyen est égal ou supérieur à 0,800.

Dans le cas où le cos φ serait inférieur à 0,80, ces prix seraient majorés de :

0,3 % par centième de cos φ de 0,80 à 0,70.
0,6 % par centième de cos φ de 0,70 à 0,60.
0,9 % par centième de cos φ au-dessous de 0,60.

Impôts et taxes diverses. — Les prix de kilowatt-heures des tableaux I et II ci-dessus sont à majorer des redevances actuelles ou futures à verser à l'Etat, au département ou aux communes et de la taxe sur le chiffre d'affaires dans le cas où la société serait assujettie à cette taxe.

De même, dans le cas d'impôts nouveaux venant à augmenter les frais de production, de transport ou de distribution de l'énergie électrique, les prix ci-dessus seraient à majorer proportionnellement aux augmentations dans le prix de revient résultant de ces charges.

Puissance utilisée par l'abonné. — En aucun cas, la puissance utilisée par l'abonné ne pourra excéder la puissance souscrite. De plus, sauf accord particulier avec la société, la puissance des transformateurs raccordés simultanément au réseau ne pourra excéder la puissance souscrite.

Application de l'index économique. — Au cas où l'index économique du Ministère des Travaux publics cesserait d'être publié, il lui serait substitué un index conventionnel qui serait composé :

1° Du prix du charbon, Ministère des Travaux publics, s'il continue à être publié ;

2° D'un terme tenant compte de la variation des salaires en choisissant ce terme de telle façon que ces variations donnent des majorations pour salaires égales à cinq pour cent (5 %) près à celles données par le terme salaire de l'index économique pendant les 12 derniers mois de sa publication.

Il est spécifié en outre que si, pour le charbon, le Ministère des Travaux publics cessait de publier un prix établi d'après les modalités actuelles, le distributeur substituerait à la clause fixée au 1° une clause équivalente basée sur les prix de charbon servant au règlement des fournitures d'énergie électrique, à lui faites, par son producteur de courant.

Déséquilibrage des phases. — Les tarifs ci-dessus ne s'appliquent que dans le cas où la charge de l'une des phases ne dépasse pas plus de vingt pour cent (20 %) la charge de l'autre phase.

Changement de tarif. — L'abonné en signant son contrat fera connaître s'il désire adopter le tarif binôme ou le tarif monôme.

Cependant il aura la faculté d'adopter provisoirement l'un des tarifs et de faire connaître, au cours de la première année d'application, s'il désire substituer l'autre tarif au tarif primitivement choisi.

En aucun cas, cette substitution ne pourra avoir d'effet rétroactif; elle sera définitive pour toute la durée restant à courir.

Réductions éventuelles de prix.

A) *Tarif binôme.* — Si, dans le trimestre qui suivra la fin de l'année contractuelle, l'abonné fait la preuve par un moyen sur lequel il se mettra d'accord au préalable avec le secteur, qu'il ne s'est pas servi du courant aux heures de pointe d'hiver, c'est-à-dire entre seize heures et vingt heures pendant les mois de janvier, février octobre, novembre et décembre de ladite année, il lui sera ristourné vingt-cinq pour cent (25 %) du montant de la taxe fixe.

Si, sans les mêmes conditions, il fait la preuve qu'il ne s'est servi du courant que la nuit, c'est-à-dire entre vingt heures et six heures, et cependant toute l'année, la ristourne sera portée à cinquante pour cent (50 %).

B) *Tarif monôme.* — Les ristournes visées ci-dessus ne seront applicables qu'aux abonnés ayant réellement consommé le nombre de kilowatt-heures garantis et seront respectivement de 2 et 4 centimes sur le prix de base des huit cents premières heures.

Observations. — Les tarifs ci-dessus se composent de quatre éléments :

1° Taxe de puissance (tarif binôme);
2° Prix du kilowatt-heure;
3° Variation de l'index;
4° Majoration pour déphasage.

D'un commun accord entre les parties, les chiffres des tableaux I et II pourront être modifiés, certains éléments étant majorés et les autres diminués, pour tenir compte par exemple, de conditions d'exploitation différentes, mais le prix total résultant ne devra pas être supérieur au prix total résultant desdits tableaux.

Il a été en outre spécifié et accepté par les secteurs que :

1° Le barème adopté constitue un tarif maximum que les secteurs s'engagent à ne pas dépasser pour les membres du Groupement, les industriels en faisant partie et ayant signé leur contrat (ou le renouvellement d'un contrat) depuis le 1er août 1921 auront le droit de demander l'application du barème, sans effet rétroactif;

2° Pour la mesure de puissance, il n'a été systématiquement indiqué aucune méthode de mesure, mais, comme par le passé, les secteurs apporteront une grande largeur de vues dans l'application des dispositions concernant la détermination de cette puissance;

3° Tout en se réservant la faculté de traiter dans des cas particuliers sur des bases autres que celles du barème (comme il est prévu au dernier alinéa du projet du barème), les secteurs n'entendent nullement pénaliser le déphasage d'une manière exagérée;

4° Les secteurs attachent un grand intérêt à voir se développer la consommation de nuit et se déclarent disposés à examiner les suggestions qui pourraient leur être faites dans des cas particuliers à cet effet;

5° Les secteurs prendront à leur charge les transformations ayant pour but l'unification de la fréquence. Le

Groupement des industriels s'efforcera d'obtenir de ses adhérents toute leur bonne volonté pour faciliter cette transformation, qui est d'un intérêt général;

6° Les secteurs continueront à examiner avec la plus grande largeur de vues les demandes de réduction du minimum de consommation, qui seraient justifiées par des circonstances de force majeure et notamment par des grèves d'une certaine durée.

Des entrepreneurs agréés pour les installations.

Les entrepreneurs électriciens du département de la Moselle ayant attiré l'attention de la Chambre de Commerce de Metz sur la tendance manifestée par certaines sociétés concessionnaires en vue de s'assurer le monopole des installations particulières, cette assemblée vient d'émettre le vœu que les installations d'énergie et de lumière électriques à établir chez les particuliers et qui dépendent d'une distribution publique, ne puissent être exécutées que par des entrepreneurs dûment qualifiès, agréés par l'ingénieur en chef du contrôle des distributions d'énergie électrique.

JURISPRUDENCE

Charges extracontractuelles. - Expertise.

Conseil d'État. — Arrêt du 23 juin 1922. — Compagnie centrale d'éclairage et de chauffage par le gaz contre Ville de Morlaix. (*Même arrêté, Quimper.*)

Le Conseil d'État statuant au Contentieux,

En ce qui concerne la mission donnée aux experts :

Considérant que pour évaluer le montant des compensations auxquelles le concessionnaire d'une exploitation électrique ou gazière peut prétendre en raison des charges exceptionnelles et imprévues nées de la guerre, les recherches auxquelles doit procéder le Conseil de préfecture comportent trois opérations successives; que la première a pour objet de déterminer, non pas les bénéfices qui ont été réalisés dans le passé ou pourront l'être dans l'avenir, mais les limites extrêmes des majorations de dépenses que les parties ont pu envisager lors de la passation du contrat, notamment en ce qui concerne les prix du charbon; que la seconde consiste à évaluer, dans le cas où ces prix-limites auraient été dépassés, les conséquences onéreuses résultant pour le concessionnaire des conditions extracontractuelles dans lesquelles il a assuré son service à partir du jour où ce dépassement a eu lieu; que la troisième de ces opérations consiste à arbitrer finalement, en tenant compte de l'ensemble des conditions, des résultats et des avantages de la concession, la portion de ces conséquences onéreuses que l'interprétation du contrat permet de laisser à la charge du concessionnaire;

Considérant que le Conseil de préfecture n'a pas tracé selon ces règles la mission qu'il a confiée aux experts, mais leur a seulement prescrit de fixer, après comparaison des résultats de l'exploitation de l'usine de Morlaix, pendant les trois premières années de la guerre, avec ceux des trois dernières années normales qui ont précédé les hostilités, « les sommes strictement indispensables pour établir l'équilibre normal de l'exploitation »;

Considérant qu'il y a lieu, en conséquence, réformant l'arrêté attaqué et précisant la mission donnée aux experts, de spécifier que ces hommes de l'art devront procéder aux constatations ci-dessus indiquées, dans l'ordre qu'il vient d'être dit;

Décide :

Article premier. — La mission donnée aux experts par le Conseil de préfecture est modifiée et précisée ainsi qu'il suit : Les hommes de l'art rechercheront, en premier lieu, quels ont été les prix maxima qui ont pu entrer dans les prévisions des parties notamment en ce qui concerne le charbon, les autres matières premières et la main-d'œuvre lors de la passation du contrat.

Ils détermineront ensuite, au cas où ces limites auraient été dépassées, si la compagnie a droit à une indemnité en raison des conditions extracontractuelles dans lesquelles elle a dû assurer son service à partir du jour où les dépassements ont eu lieu, et dans l'affirmative, ils estimeront le montant de ladite indemnité.

En vue de la fixation de cette indemnité, ils procéderont aux deux opérations suivantes :

1° Ils évalueront le préjudice subi par suite du dépassement des prix-limites, en tenant compte de toutes les circonstances ayant pu influer sur les résultats de l'exploitation, tant pour l'éclairage électrique que pour l'éclairage par le gaz, pendant la période litigieuse; ils feront état, notamment, du prix du charbon et des autres matières premières, du coût de la main-d'œuvre, de la diminution éventuelle du rendement du charbon en gaz et en coke en raison de sa mauvaise qualité, de l'importance des frais généraux, et, inversement, du prix de vente du coke et des autres sous-produits;

2° Ils arbitreront, en appréciant tous les faits de la cause, la part des conséquences onéreuses de la situation de force majeure, déterminées comme il vient d'être dit, que l'interprétation raisonnable du contrat permet de laisser à la charge de la Société.

Inventions. — Appareils et procédés nouveaux

PERFECTIONNEMENTS AUX DISPOSITIFS DE RÉGLAGE DE LA TENSION DES DYNAMOS A VITESSE ET CHARGE VARIABLES.

Le dispositif consiste à monter un régulateur *a* (fig. 1) d'un type quelconque, agissant dans le sens convenable sur une résistance variable, intercalée dans une des branches d'un pont à quatre bras.

Les deux parties *c* et *c'* du collecteur forment deux des branches, tandis que les deux résistances *a* et *b* forment les deux autres branches (Br. Fr. n° 541.907. — Société de l'Eclairage de véhicules sur rails.)

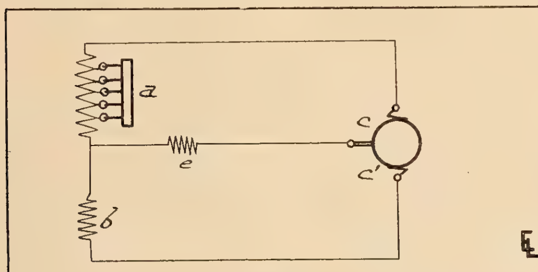


Fig. 1.

MÉCANISME A MOUVEMENT PÉRIODIQUE ACTIONNÉ ÉLECTROMAGNÉTIQUEMENT

Le mécanisme comprend (fig. 2) une roue à rochets *r*, commandée par un cliquet *a* et une tige d'arrêt *c*. Le cliquet *a* est actionné lui-même par un électro-aimant *e*.

Pour que l'électro-aimant *e* fonctionne pas à pas, il faut qu'il y ait rupture du courant après chaque mouvement. Cette manœuvre est obtenue grâce à la tige de contact *b*.

L'électro-aimant est excité au commencement et pendant l'attraction. A fin de course, le contact est rompu, grâce au mouvement du cliquet *a*. (Br. Fr. n° 542.018. — Le Matériel Téléphonique.) P. M.

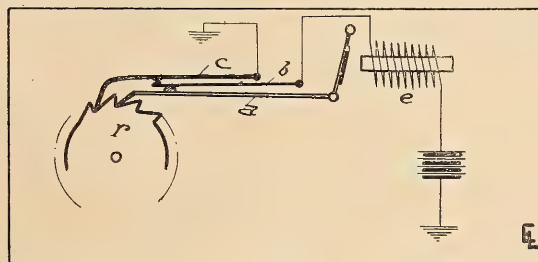


Fig. 2.

CONTROLE DES MOTEURS ÉLECTRIQUES

Un groupe de moteurs est disposé de telle sorte (fig. 3) qu'une partie des induits comprenant les moteurs A, B, C, D soient connectés à la ligne tandis que les armatures E, F des moteurs restants sont disposés dans un circuit en dérivation comprenant des résistances 11, 12. Tous les enroulements d'excitation de *a* à *f* sont montés en série. Une résistance variable 16 est montée en parallèle avec les deux enroulements de champ *e*, *f*, leurs armatures agissant comme excitatrices. Le but visé est de conserver l'excitation lorsque les machines tournent en moteur ou en génératrice. (Brev. angl. n° 180.556. — Bristish-Thomson). M. M.

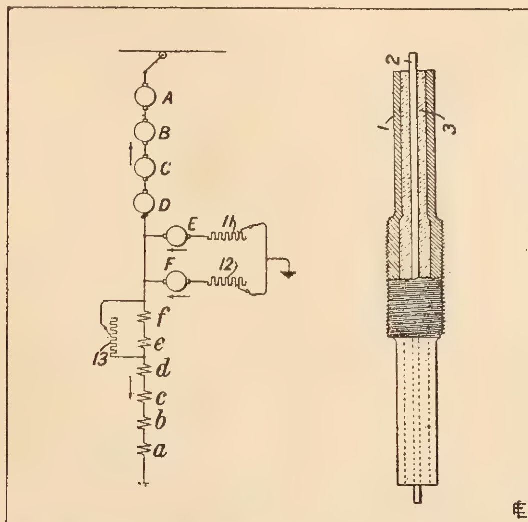


Fig. 3. Fig. 4.

CONDUCTEURS ÉLECTIQUES ÉTANCHES

Des conducteurs électriques comprenant (fig. 4) un tube ou une enveloppe externe 1, un ou plusieurs fils conducteurs 2 et un isolant vitreux 3, sont travaillés de façon à former un tout compact. Les matières employées sont choisies de telle sorte que le coefficient de l'enveloppe soit égal ou légèrement supérieur à celui de l'isolant qui lui-même est égal ou légèrement supérieur à celui des conducteurs de façon à former un joint étanche entre les conducteurs et l'enveloppe. Lorsqu'on emploie du verre comme isolant l'enveloppe peut être du cuivre ou du cuivre revêtu d'acier, l'âme peut être du fer ou nickel ou du cuivre mélangé de tungstène ou de molybdène. L'âme et la surface interne de l'enveloppe peuvent être recouverts avec des composés du borax. (Brev. angl, n° 179.779. — British-Thomson). M. M.

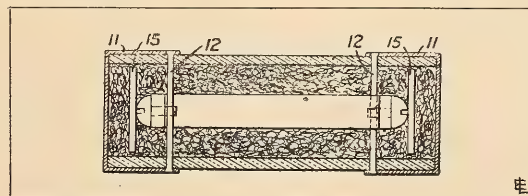


Fig. 5.

FUSIBLES ÉLECTRIQUES INVIOLABLES

Un fusible du type fermé est placé dans une enveloppe renfermant une matière non déformable pour empêcher son remplacement et en raison de la construction il ne peut être remplacé que par un fusible semblable. Le fusible est connecté (fig. 5) aux bagues terminales 12 et aux chapeaux 11. Entre les bagues et les extrémités des chapeaux 11, se trouvent des disques en acier qui peuvent être noyés dans de l'amiante. Dans une variante ces disques sont hémisphériques. (Brev. angl. n° 179.792. — Eustice.) M. M.

On nous demande :

Calculs d'aménagement d'une petite chute.

Cette note de calcul d'une très petite installation répond à la demande de plusieurs lecteurs sur la possibilité d'utilisation de faibles chutes (1).

Supposons que l'éclairage comprenne 7 lampes à filament métallique de 50 bougies chaque, la puissance consommée par une lampe étant de 1 watt environ par bougie, il faudrait donc :

$$1 \times 50 \times 7 = 350 \text{ watts.}$$

Si l'on veut avoir un peu de marge afin de pouvoir adjoindre par la suite une lampe, il faut tabler sur une puissance de 400 watts à l'arrivée.

Admettons une perte de puissance de 6 % dans la ligne, la puissance aux bornes de la dynamo sera donc de :

$$400 + \frac{400}{0,6} = 424 \text{ watts.}$$

Une dynamo de cette puissance n'étant pas d'un type courant, il est préférable d'adopter une machine de 490 watts, soit 0 HP 66. Le rendement d'une telle machine étant d'environ 70 %, la puissance absorbée sera :

$$\frac{0,66}{0,7} = 0 \text{ HP}, 945.$$

Une turbine à basse chute ayant une faible vitesse, il sera nécessaire d'augmenter sa vitesse soit par engrenages, soit par une courroie, de façon à obtenir la vitesse de la dynamo. Soit 90 % le rendement de la transmission et 70 % celui de la turbine, la puissance de la chute sera donc :

$$\frac{0,945}{0,7 \times 0,9} = 1 \text{ HP},5 \text{ environ.}$$

La puissance P de la chute étant donnée par la relation : $P = \frac{Q \times M}{75}$, on en déduit le débit qui sera de :

$$Q = \frac{75\,P}{H} = \frac{75 \times 1,5}{1,10} = 102 \text{ l./sec.}$$

En admettant la hauteur de chute nette égale à $1^{m}10$.

La réserve en eau étant de $100 \times 50 \times 0,50 =$ 2.500 mètres cubes, il y a deux cas à envisager :

1° Les sources sont suffisamment abondantes pour compenser en majeure partie l'appel d'eau de la turbine.

Dans ce cas on n'aura pas à craindre de voir baisser la hauteur de chute, le niveau de l'eau dans le réservoir étant maintenu par l'appoint des sources.

2° Les sources sont insuffisantes pour compenser l'appel d'eau de la turbine.

Dans ce cas, on ne doit compter que sur la réserve d'eau. Le niveau de l'eau dans le réservoir va baisser et au bout d'un certain temps, la hauteur de chute sera trop faible pour permettre à la turbine de fournir sa puissance. Celle-ci absorbant 80 l. /sec. la hauteur de chute baissera de :

3 cm 9	après une	½	heure de	marche.
5 cm 8	—	1	—	—
11 cm 6	—	2	—	—
17 cm 3	—	3	—	—

La puissance de la turbine variant dans le rapport $\frac{\sqrt{H'}}{\sqrt{H'}} \times \frac{H'}{H}$, il s'en suit qu'au bout de trois heures de marche à pleine charge, la puissance deviendra :

$$1,5 \times \frac{\sqrt{(1,10 - 0,173)^3}}{\sqrt{1,10^3}} = 0 \text{ HP}, 35.$$

On voit donc que dans de telles conditions le fonctionnement de l'installation serait très défectueux. Une solution consisterait à profiter de la journée pour charger une batterie d'accumulateurs qui serviraient le soir pour l'éclairage, ou, ce qui serait de beaucoup préférable, si toutefois il y a possibilité, augmenter la hauteur de chute.

Calcul de la ligne. — Si on adopte pour la dynamo une tension de 125 volts, soit environ 4 ampères débités à pleine charge, la perte en ligne étant de 6 %, soit 24 watts, la résistance de la ligne sera :

$$R = \frac{P}{I} = \frac{24}{16} = 1 \text{ w.}, 5.$$

La section des conducteurs serait donc de :

$$R = \rho \frac{l}{s} 10^{-2} = \frac{1,8 \times 400 \times 10}{S}$$

$$S = \frac{3,6 \times 2}{1,5} = 4^{mm},8.$$

Soit un fil de cuivre de 24 /10 millimètres de diamètre.

La chute de tension dans la ligne sera de :

$$1,5 \times 4 = 6 \text{ volts.}$$

La tension à l'arrivée sera donc de 119 volts.

Section à donner à la conduite. — Prenons un diamètre de 15 centimètres pour la conduite, la vitesse de l'eau sera de :

$$V = \frac{Q}{S} = \frac{0,105}{0,15} = 0^{m},70 \text{ par seconde.}$$

vitesse inférieure à la vitesse limite ($0^{m},80$) indiquée dans les tables de M. Flamand. A. G.

(1) Pour la mesure du débit d'un cours d'eau, voir *l'Electricien* 30 novembre 1919 et 1er mars 1920.

CARNET DE T. S. F.

Horaire des transmissions de la Tour Eiffel à partir du 15 octobre 1922.

Horaire.	*Nature du trafic.*	*Caractéristique de l'onde.*
	1° Transmissions fixes et appels généraux :	
2 h. 20 à 2 h. 30	Bulletin météorologique pour la France en Morse	Entretenues, 7.300
4 h. à 4 h. 10	Bulletin météorologique pour l'Europe, l'Amérique et l'Afrique du Nord en Morse	Entretenues, 7.300
4 h. 15 à 4 h. 20	Correspondance du Ministère de la Marine en Morse avec les stations de Dunkerque (FUD), Cherbourg (FUC), Lorient (FUN) et Rochefort (FUR)	Entretenues, 3.200
6 h. 40	Prévisions agricoles par régions en langage clair	Téléphonie sans fil.
7 h. à 7 h. 10	Correspondance du Ministère de la Marine en Morse avec les stations de Brest (FUE) et Nantes (UA)	Entretenues, 3.200
8 h. 20 à 8 h. 30	Bulletin météorologique pour la France, la Belgique, la Hollande et la Suisse	Entretenues, 7.300
8 h. 35 à 9 h.	Appels de Prague (PRG) en Morse	Entretenues, 7.300
9 h. 23 à 9 h. 30	Signaux horaires automatiques d'après un code international en Morse.	Amorties, 2.600
9 h. 58 à 10 h. 05	Signaux scientifiques. Battements musicaux en Morse (Transmission de l'heure au 1/10e de seconde d'après un code)	Amorties, 2.600
10 h. 05 à 10 h. 15	Bulletin météorologique pour l'Amérique et l'Afrique du Nord	Amorties, 2.600
10 h. 33 à 10 h. 45	Transmission (URSI) et corrections des battements musicaux (Indication de l'heure exacte des transmissons des battements musicaux de 10 h. 23)	Amorties, 2.600
10 h. 44 à 10 h. 49	Signaux horaires semi-automatiques d'après un code	Amorties, 2.600
11 h. 15	Situation météorologique générale. Prévisions générales Prévisions des vents sur les côtes françaises en langage clair	Téléphonie sans fil.
14 h. 20 à 14 h. 30	Bulletin météorologique pour la France, la Belgique, la Hollande et la Suisse	Entretenues, 7.300
16 h. à 16 h. 15	Bulletin météorologique pour l'Europe, l'Afrique du Nord et l'Amérique.	Entretenues, 7.300
17 h. à 17 h. 10	Correspondance du Ministère de la Marine en Morse, avec les stations de Toulon (FUT) et Bizerte (FUA)	Entretenues, 3.200
17 h. 10	Prévisions agricoles par régions en langage clair Concert de la Tour Eiffel	Téléphonie sans fil.
19 h. 20 à 19 h. 30	Bulletin météorologique en Morse pour la France, la Belgique, la Hollande et la Suisse	Entretenues, 7.300
21 h. à 21 h. 15	Bulletin météorologique en Morse pour l'Europe, l'Amérique et l'Afrique du Nord	Entretenues, 7.300
21 h. 58 à 22 h. 05	Battements musicaux en Morse	Entretenues, 7.300
22 h. 10	Situation météorologique générale, prévisions générales, prévisions des vents sur les côtes françaises	Téléphonie sans fil.
22 h. 36 à 22 h. 49	Correction des battements musicaux. Signaux horaires semi-automatiques d'après un code en Morse	Amorties, 2.600
23 h. 15 à 0 h. 15	Trafic avec Beyrouth (UAB) en Morse	Entretenues, 7.300
	2° Liaisons comportant transmission et réception en duplex :	
23 h. 01 à 4 h. 30 10 h. à 10 h. 30 13 h. à 14 h. 20 15 h. à 16 h. 17 h. 45 à 19 h. 30	Trafic avec Bucarest (BUC2) en Morse	Entretenues, 7.300

BIBLIOGRAPHIE

Guide du Monteur-Electricien. Cours d'électricité industrielle professé devant un auditoire de monteurs et ouvriers électriciens, par R. Swyngedauw, professeur de Physique et d'Electricité industrielle à la Faculté des Sciences. Conseils pratiques de M. Loiseau, ingénieur installateur. Tome premier : « Notions fondamentales sur le courant électrique et leur application au montage des canalisations électriques intérieures ». Prix cartonné, 18 francs.

Ce volume est la reproduction des Cours de perfectionnement professionnel que l'auteur a faits à Lille devant un auditoire nombreux d'apprentis et de monteurs électriciens.

Il a été composé après une enquête minutieuse auprès des praticiens il est adapté aux besoins et à la façon de comprendre des monteurs; il est essentiellement expérimental et ne suppose que la connaissance des quatre règles de l'arithmétique. Les problèmes gradués, les exemples et les expériences empruntées à la pratique, l'étude approfondie des questions qui intéressent le montage font de ce petit livre un guide précieux, non seulement pour l'apprenti et le monteur qui désirent comprendre ou perfectionner leur métier, mais encore aux ingénieurs ou professeurs qui ont à faire un cours professionnel.

La partie de ce cours publiée dans ce tome Ier ne familiarise le lecteur qu'avec les notions indispensables aux monteurs de canalisations intérieures; courant, tension, résistance.

L'étude du champ magnétique et du courant alternatif, de la force électromotrice, des générateurs et moteurs, paraîtra prochainement.

TRIBUNE DES ABONNÉS

*Notre Tribune est une rubrique de renseignements mutuels ouverte à tous nos abonnés. La Rédaction de l'*Electricien *n'est pas responsable des réponses fournies. Nous prions nos lecteurs de limiter leurs demandes au domaine de la pratique industrielle.*

DEMANDES

N° 799. — Pourrait-on m'indiquer d'où provient l'éclatement des accumulateurs alcalins. Une quantité d'électrolyte trop faible ou trop grande, ou bien une densité trop faible ne contribueraient-elles pas à la détérioration de ces accumulateurs ? La batterie où s'est produit l'accident est chargée par une dynamo Dikc, munie de son régulateur automatique.

N° 800. — Existe-t-il un moyen (par exemple une sonnerie, actionnée par un relais) par lequel on serait prévenu des émissions de radio-concerts de F L ou postes étrangers ? Dans l'affirmative serait désireux de connaître montage et calculs des appareils.

N° 801. — Quel est le moyen le plus simple pour déduire la puissance en HP d'un moteur électrique devant faire fonctionner un appareil quelconque primitivement entraîné par un cheval soit en l'occurence un manège ?

N° 802. — J'ai redressé de l'alternatif simple 50 périodes avec la soupape fer-aluminium-bi-carbonate de soude 5/100 et une lampe de 16 bougies sur le primaire (fig. 1).

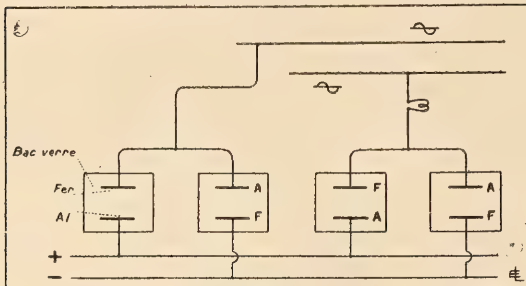


Fig. 1.

Or je remarque que sur le courant redressé il y a discontinuité d'environ 5, 6 interruptions par seconde. D'où proviennent ces interruptions non concordantes avec les phases ? Y a-t-il moyen d'y remédier ? J'ai observé en outre que lorsque le secondaire est ouvert, la lampe éclaire à peine, mais si je ferme le secondaire (continu) elle éclaire normalement ?

N° 803. — Existe-t-il un ouvrage qui traiterait toute les marques de dynamos électriques pour auto, avec leur système de régulation, etc. ?

N° 804. — Désirerais connaître comment s'établit le circuit secondaire dans auto-transformateur de fréquence 50-70 kilovolts-ampères : Primaire, 500 volts, 83 ampères ; Secondaire, 220-127 volts, 186 ampères connexions primaire-triangle, secondaire-étoile.

N° 805. — Quel est le moyen le plus pratique et le plus sûr pour reconnaître une défectuosité (mauvais diélectrique, diélectrique crevé, ou autre) dans un condensateur de magnéto ?

N° 806. — Un lecteur pourrait-il m'indiquer un livre traitant d'une façon pratique les divers genres de moteurs à courant alternatif et leur installation ?

N° 807. — J'ai à construire une bobine minima et une maxima pour un rhéostat à courant continu. Puissance du moteur, 4 HP ; tension, 110 volts. Pourrait-on m'indiquer les formules pratiques pour construire ces bobines?

Quelles seraient également les formules pour un moteur triphasé 50 périodes, j'en aurai également à faire pour un moteur 6 HP, 115/120.

N° 809. — J'ai une ligne H. T. triphasée à monter sur une distance de 8 kilomètres (en ligne aérienne). La puissance à transporter est de 250 kVA. Tension au départ, 10.500 volts ; périodes, 50 ; cosinus, 0,82. M' indiquer les formules pour trouver la section, en tenant compte de l'inductance de la ligne ; quelle sera la chute de tension à l'arrivée ? la perte de charge pourrait être de 6 % ; à l'arrivée, le courant sera transformé en 125/220 volts.

N° 810. — Je voudrais procéder à des essais de surtension sur des moteurs sortant de réparation.

Je serais très heureux d'obtenir des *renseignements complets* sur la façon d'opérer schémas et dispositifs, etc.

Existe-t-il un ouvrage traitant la question en détail ?

Les moteurs en question sont desservis par du courant triphasé 220 v., 50 p., provenant d'un poste de transformation (à ma disposition), de 1.050 kVA (3 transf.). Ces transformateurs reçoivent du 10.000 volts.

J'ai un moteur étoile-triangle 12 HP, 220 v., 50 p., actionnant un appareil mécanique prenant environ 12 HP pendant deux heures et ensuite 5 à 6 HP pendant dix heures. Il est certainement possible de pouvoir marcher en triangle pendant les deux heures de charge et en étoile pendant la charge réduite.

Quel appareil de changement préconise-t-on et quel constructeur serait susceptible de fournir cet appareil?

Demandes d'adresses de constructeurs.

N° 811. — Demande adresses et catalogues maisons faisant emboutissage et décolletage de pièces pour petit appareillage électrique.

N° 812. — Demande constructeurs ou représentants de moulins à vent à mouvement rotatif susceptibles d'actionner une dynamo.

N° 813. — Quelle est la maison susceptible de fournir du sélénium cristallisé. Existe-t-il un traité sur la bellinographie ?

RÉPONSES

N° 757 R. — Vous n'indiquez pas la nature du métal de vos conducteurs ; en supposant ceux-ci en cuivre, ce qui est vraisemblablement votre cas, il n'y a aucun danger d'échauffement anormal à craindre. L'élévation de température sera de quelques degrés centigrades, 3 degrés au maximum. D'ailleurs votre densité de courant est faible (0,9 A-mm²) car comme valeur moyenne pour une élévation de température de 10 degrés et une section de 50 millimètres carrés, on prend (pour des conducteurs en cuivre) une densité de courant comprise entre 2,5 et 3 A-mm². J. C.

N° 759 R. — Si, comme je le suppose, il s'agit d'un bain de nickelage qui doit être amené et maintenu à 16 degrés, voici un moyen qui m'a très bien réussi dans un cas analogue : enlever du bain les anodes en nickel et les chauffer dans un four à une température de 300 degrés environ puis les plonger à cet état dans le bain de nickel celui-ci se réchauffe, et s'il n'arrive pas à la température demandée il suffit de recommencer l'opération.

Pour maintenir ensuite le bain à cette température, le mieux est de maintenir à 18 ou 20 degrés le local qui renferme la cuve. Pour cela on obient un très bon résultat

en construisant une résistance *mobile* à un seul rang de spires, montées dans un cadre en fer de dimensions un peu inférieures à la surface du bain. Pendant le travail cette résistance occupe un endroit quelconque du local et pendant la nuit on la place au-dessus du bain de nickel avec interposition d'une feuille de tôle pour empêcher l'évaporation. E. M. T.

N° 760 R. — Votre méthode n'est applicable que dans le cas de l'équilibre parfait pour lequel on a :

$$E_{1eff} = E_{2eff} = E_{3eff} \quad (1)$$
$$I_{1eff} = I_{2eff} = I_{3eff} \quad (2)$$
$$\varphi_{1eff} = \varphi_{2eff} = \varphi_{3eff} \quad (3)$$

qui est un cas exceptionnel, ne se rencontrant pour ainsi dire jamais en pratique. Il faut également que E_1, E_2, E_3 soient rigoureusement décalées de $\frac{2\pi}{3}$ Supposons que nous appliquions votre méthode, numérotons les fils 1, 2, 3 (sur votre figure) en commençant par le haut et supposons que les vecteurs représentatifs tournent dans le sens 1 vers 2, vers 3 (fig. 2).

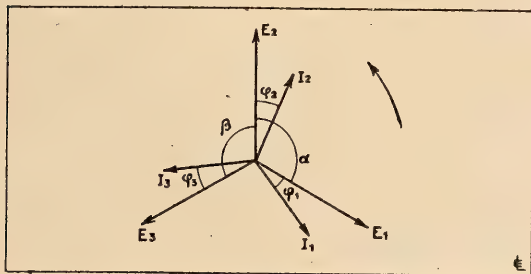


Fig. 2.

En valeurs instantanées, la première lecture donnera :

$$p_1 = I_1(e_1 - e_2) = I_1 e_1 - I_1 e_2$$

et la deuxième :

$$p_2 = I_1(e_1 - e_3) = I_1 e_1 - I_1 e_3.$$

Les valeurs moyennes seront :

$$[\text{moy. } p_1]_0^T = I_{1eff} E_{1eff} \cos\varphi_1 - I_{1eff} E_{2eff} \cos(\alpha + \varphi_1)$$
$$[\text{moy. } p_2]_0^T = I_{1eff} E_{1eff} \cos\varphi_1 - I_{1eff} E_{3eff} \cos(\alpha + \beta + \varphi_1)$$

En additionnant les deux lectures, il vient :

$$P = 2 I_{1eff} E_{1eff} \cos\varphi_1 - [I_{1eff} E_{2eff} \cos(\alpha + \varphi_1) + I_{1eff} E_{3eff} \cos(\alpha + \beta + \varphi_1)]$$

Cette formule donne la valeur de la puissance mesurée par votre méthode, dans le cas général où le réseau n'est pas équilibré. Si les conditions représentées par les équations (1), (2) et (3) sont réalisées, on aura :

$$P = 2 I_{eff} E_{eff} \cos\varphi - [I_{eff} E_{eff} \cos(\alpha + \varphi) + I_{eff} E_{eff} \cos(\alpha + \beta + \varphi)].$$

Le deuxième terme de la différence comporte une somme de cosinus qui peut se mettre sous la forme :

$$\cos(\alpha + \beta + \varphi) + \cos(\alpha + \varphi) = 2 \cos\frac{2\alpha + \beta + 2\varphi}{2} \cos\frac{\beta}{2}.$$

Or, dans le cas où tout est équilibré, si l'alternateur de la Centrale fournit exactement trois tensions décalées de $\frac{2\pi}{3}$, on peut remarquer que :

$$\alpha = \beta = \frac{2\pi}{3}$$

d'où :

$$\cos(\alpha + \beta + \varphi) + \cos(\alpha + \varphi) = 2 \cos\frac{\frac{6\pi}{3} + 2\varphi}{2} \cos\frac{\frac{2\pi}{3}}{2} =$$
$$= 2\cos(\pi + \varphi)\cos\frac{\pi}{3}$$

mais :

$$\cos(\pi + \varphi) = -\cos\varphi \quad \text{et} \quad \cos\frac{\pi}{3} = \frac{1}{2}$$

d'où :

$$\cos(\alpha + \beta + \varphi) + \cos(\alpha + \varphi) = -\cos\varphi$$

et le deuxième terme de la différence devient :

$$-E_{eff} I_{eff} [\cos(\alpha + \beta + \varphi) + \cos(\alpha + \varphi)] = E_{eff} I_{eff} \cos\varphi.$$

La puissance totale mesurée sera finalement :

$$P = 3 E_{eff} I_{eff} \cos\varphi$$

qui est bien l'expression de la puissance triphasée dans un réseau parfaitement équilibré.

E. François.

N° 761 R. — Voyez note p. 501.

N° 775 R. — *Recherche des pannes sur les lignes à haute tension.* — Un réseau H. T. est généralement composé de divers « feeders » reliés entre eux par des disjoncteurs. Quand l'un deux fonctionne, on le réenclenche une fois ou deux; s'il déclenche encore, le feeder qu'il protège a très probablement subi une avarie permanente. Si le feeder est divisé en plusieurs parties par des sectionneurs, on peut alors séparer toutes ces parties, réenclencher le disjoncteur et les remettre successivement sous tension. Un nouveau déclenchement signale le moment ou l'on raccorde la partie endommagée. Toutes ces opérations qui ont pour objet de localiser l'accident sur une section, la plus courte possible, peuvent se faire rapidement, même la nuit, si l'on dispose du téléphone et d'un personnel discipliné. La section endommagée peut être aérienne ou souterraine.

Ligne aérienne. — Les ruptures ou mélanges de câbles, les chutes d'arbre ou de poteaux sont les accidents les moins fréquents ; on peut les trouver rapidement en parcourant la ligne à pied ou à bicyclette. Le plus souvent, l'accident est une perforation ou une rupture d'isolateur et, malheureusement, la recherche en est difficile et aucun moyen ne convient à tous les cas. Les isolateurs endommagés sont souvent fêlés, ou bien quelques parcelles s'en sont détachées. On peut les découvrir à l'aide d'une bonne jumelle ou d'une lorgnette en se transportant auprès de chaque poteau ou pylône ; mais le défaut peut passer inaperçu (il est plus facile à trouver quand les isolateurs sont en porcelaine blanche). A signaler, à ce sujet, un procédé qui consiste à revêtir la robe de l'isolateur en porcelaine blanche d'un vernis fragile, de couleur sombre, qui éclatant au moindre accident fait apparaître des taches blanches.

Quand le défaut n'est pas visible, on peut procéder, rapidement en mettant la section sous tension par l'un des moyens suivants :

1° Appliquer la tension du réseau par l'intermédiaire d'un rhéostat ou d'une self appropriée ;

2° Relier directement la section avariée à un groupe moteur-génératrice-transformateur momentanément isolé du réseau, le point neutre du transformateur étant à la terre. On élève lentement la tension en agissant sur la vitesse du moteur et les rhéostats d'excitation. (Une self disposée en série entre alternateur et transformateur, facilite l'opération.) A un moment donné, un arc s'amorce dans l'isolateur fêlé ou perforé, l'échauffement résultant le détruit rapidement et rend le défaut visible. Ce dernier

procédé s'applique surtout aux lignes à très haute tension sur pylônes en fer.

Beaucoup d'isolateurs ne deviennent mauvais qu'à la longue, par suite de l'aggravation d'un petit défaut (crique) alors, leur résistance d'isolement diminue progressivement, et une mesure périodique peut être utile pour prévenir leur rupture. Les conditions d'exploitation ne permettant pas l'emploi de tous les procédés de recherche, nous n'exposerons que quelques-uns d'entre eux qui permettent d'opérer en marche et indiquent le poteau ou l'isolateur défectueux.

1° *Détection téléphonique.* — L'opérateur garnit ses chaussures de semelles métalliques reliées par un conducteur souple en passant par un interrupteur et un récepteur téléphonique de faible résistance (quelques ohms) qu'il porte à l'oreille. Le bourdonnement du téléphone est d'autant plus fort que la différence de potentiel entre les deux points du sol où il met ses pieds est plus élevée. Le pied d'un pylône portant un isolateur défectueux constitue une prise de terre autour de laquelle les lignes équipotentielles du sol sont d'autant plus serrées que le courant de fuite est plus intense. Aussi, ce pylône est décelé par le téléphone quand l'opérateur s'en approche.

2° *Electroscopie.* — *L'Électricien* (n° 1.303, page 299) a décrit un procédé qui permet de vérifier successivement l'état des diverses pièces d'un isolateur quand elles sont scellées entre elles par du ciment. Ce procédé, comme l'emploi de canne pyrométrique ou de tubes luminescents oblige le personnel à monter sur les pylônes et peut être dangereux, surtout par temps humide.

Lignes souterraines. — Les procédés de recherches sont es mêmes que pour les lignes à basse tension (mesures de résistance en cas de court-circuit ou de terre, mesures de capacité en cas de coupure). Ces procédés donnent des résultats peu précis et on est toujours obligé de couper la partie mauvaise en plusieurs tronçons, puis de remplacer entièrement le tronçon reconnu défectueux.

Aucun des procédés de recherche ci-dessus ne convient à tous les cas, tous doivent être employés avec circonspection. L. Bescond.

N° 776 R. — Presque tous les alternateurs peuvent fonctionner en moteur synchrone, cependant les difficultés de démarrage sont très variables suivant les machines. Surexcités, ils peuvent produire un courant décalé en avant d'environ 90 degrés, à condition, toutefois, que l'excitation puisse être poussée assez loin, ce qui exige souvent des modifications importantes.

Ils peuvent être placés en un point quelconque du réseau, mais, de préférence, au voisinage des récepteurs qui contribuent le plus à diminuer le facteur de puissance.

Dans le cas cité, on ne gagnera rien sur la consommation d'énergie wattée, on perdra même l'énergie nécessaire pour faire fonctionner l'alternateur (5 à 20 kw.). On ne peut gagner qu'une amélioration de tarif, grâce au meilleur facteur de puissance obtenu. L. Bescond

N° 776 R. — L'alternateur de 132 kilowatts peut parfaitement être employé pour améliorer le décalage de l'installation en question. Pour cela, il faudra qu'il soit installé et branché sur la canalisation principale et au point ou le décalage est le plus important, c'est-à-dire le plus possible au centre de l'installation où il y aura plus de moteurs installés. Comme l'installation est importante, le démarrage de cette génératrice pourra se faire simplement en champ tournant, il suffira pour cela d'installer sur chaque phase un rhéostat, simplement en fil de fer, ne laissant passer que l'intensité minimum que peut absorber cette génératrice, c'est-à-dire 173 ampères par phase, ce rhéostat devra pouvoir être shunté par un interrupteur tripolaire de manière à pouvoir être mis en court-circuit une fois le démarrage terminé et au moment de l'accrochage. Il est probable que cet alternateur doit comporter son excitatrice, car autrement il faudrait disposer de courant continu pour son excitation, de manière à l'exciter au moment où le démarrage approche du synchronisme et alors obtenir l'accrochage au réseau.

Pour pouvoir indiquer la valeur de l'amélioration que produira cette génératrice fonctionnant en moteur synchrone surexcité, il faudrait connaître la valeur des kilowatts absorbés par cette installation et la valeur du décalage, ce qui est facile à mesurer exactement en se servant du compteur d'énergie et en branchant un ampèremètre sur une phase, les trois phases étant certainement équilibrées si le courant n'alimente que des moteurs; de cette façon, on pourrait déterminer les kilowatts et les kilovoltampères, et alors il serait facile de voir l'amélioration que produirait le moteur synchrone de 132 kilowatts sur les réseaux de l'usine.

Maintenant pour que cet alternateur puisse donner toute sa puissance en kilovoltampères, il faut que son excitation lui permette de donner à vide à sa vitesse de régime, en marchant en génératrice, un voltage d'au moins 30 à 40 % supérieur à son voltage normal.

J'ai appliqué ce système en 1906, dans une importante usine de construction du Nord et à la sucrerie d'Abbeville où par suite de nombreux moteurs ne fonctionnant presque jamais en pleine charge, le décalage était tombé à 0,60, ce qui a permis de le relever à 0,80 et en même temps améliorer considérablement la chute de tension sur les canalisations venant des génératrices qui n'avaient plus à fournir le déwatté.

B. Corcevay.

N° 778 R. — Ces moteurs démarrent comme les autres en diphasé plus ou moins symétrique. Les selfs (ou résistances) extérieures généralement employées pour obtenir le décalage du courant entre la phase auxiliaire et la phase principale sont supprimées, car l'enroulement auxiliaire est lui-même bobiné de manière à présenter beaucoup de self (ou de résistance); en marche normale, il est coupé automatiquement et inactif.

L. Bescond.

N° 782 R. — Pour renseignements et livraisons lampes Pope, s'adresser à M. Descamps, 13, rue Charles-Wattine, Tourcoing (Nord).

N° 783 R. — Pour lampes portatives de ronde, voyez la Compagnie française des accumulateurs Phœnix, 140, quai Jemmapes, Paris.

N° 785 R. — Les constructeurs des appareils « Victix » sont les établissements de Dion-Bouton, 36, quai National, Puteaux (Seine).

N° 788 R. — Voyez l'article « Construction et montage des soupapes électrolytiques » dans *L'Ouvrier moderne*, numéro de juin 1922. (Dunod, éditeur, 3 francs).

N° 796 et 803 R. — Voyez le petit livre : *L'Équipement électrique des automobiles*, par Rosaldy (4 fr. 50),

N° 803 R. — Voyez l'article sur le cacul d'une ligne de transport d'énergie, *L'Electricien* du 15 octobre, p. 466.

Le Gérant : **L. De Soye**

PARIS. — L. DE SOYE, IMPRIMEUR, 18, RUE DES FOSSÉS-S.-JACQUES, V°.
Téléph. 806-44

38e Année. — N° 1312 15 Novembre 1922

L'ÉLECTRICIEN

Rédacteur en chef : L.-D. FOURCAULT

HOUILLE BLANCHE ET TRACTION ÉLECTRIQUE

L'électrification du réseau du Midi.

M. Yves Le Trocquer, ministre des Travaux Publics, vient d'inaugurer officiellement, le 30 octobre, la ligne électrifiée Pau-Lourdes-Tarbes, qui constitue la première étape du nouveau programme d'électrification du réseau du Midi. Ce jour a eu lieu, en gare de Pau, la présentation au Ministre de la première locomotive 1500 volts, dont les caractéristiques principales ont été exposées à l'assistance, composée de nombreuses notabilités de la science et de l'industrie française, par M. Bachellery, ingénieur en chef du Matériel et de la Traction au Chemin de fer du Midi. Nous donnons ici une description de cette machine et un aperçu des magnifiques usines qui ont été installées avec une rapidité remarquable, permettant à l'industrie française de construire elle-même les premières locomotives du programme d'électrification générale.

PROGRAMME DE L'ÉLECTRIFICATION DU RÉSEAU DU MIDI

Ce programme n'est lui-même qu'une des parties d'un projet beaucoup plus vaste, intéressant les trois réseaux du Midi, du P.-L.-M. et du P.-O., et dont la mise à exécution a été décidée par le Ministre des Travaux publics le 30 octobre 1920, soit deux ans, jour pour jour, avant l'inauguration de cette première section. Ce programme prévoit l'électrification, dans un délai de 15 à 20 ans, de près de 9.000 kilomètres de voies normales sur ces trois réseaux, et des travaux très importants sont en cours en vue de son accomplissement.

A l'époque indiquée, le Midi sera entièrement électrifié et toute la puissance nécessaire à la traction des trains sera fournie par l'équipement des chutes d'eau situées dans les départements traversés par le réseau. L'énergie est actuellement fournie par l'usine de Soulom (22.000 chevaux-vapeur); le Midi dispose en outre, dans cette région, d'une usine plus puissante encore (35.000 chevaux), complètement équipée. Il avait d'ailleurs, dès 1912, plusieurs lignes électrifiées en courant alternatif monophasé à haute tension (12.000 volts) et alimentées par diverses centrales de puissances comprises entre 7.000 et 10.000 chevaux.

Pour des raisons évidentes, et dont l'intérêt n'échappera à personne, le nouveau programme prévoit l'unification des courants de traction employés par les différentes compagnies, et, autant que possible, l'unification du matériel de traction lui-même et de l'équipement des lignes. Ceci permettra les échanges entre réseaux communiquants et facilitera grandement le trafic en transit. Le mode d'électrification définitivement adopté est

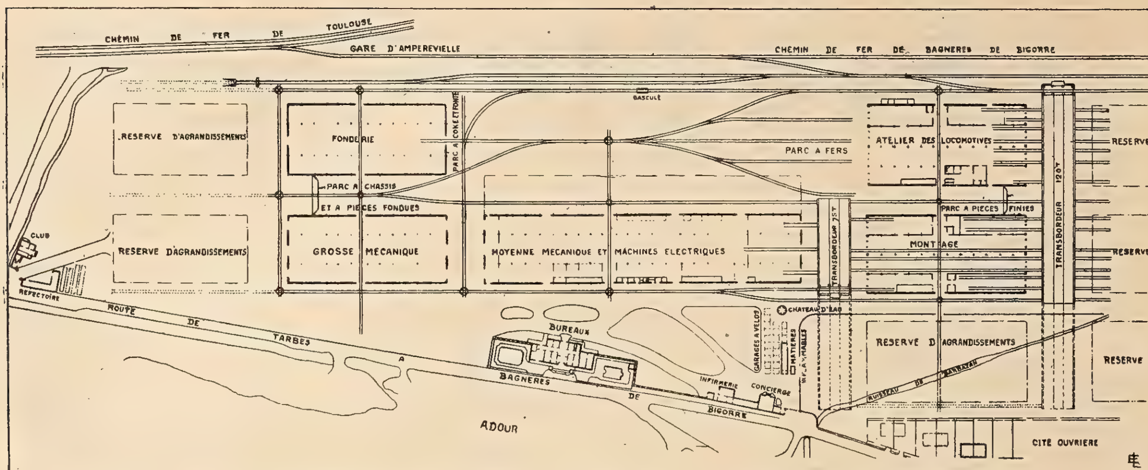


Fig. 1. — Plan des installations de l'usine de Tarbes des «Constructions Électriques de France»

l'emploi du courant continu 1500 volts. Le courant continu se prête, en effet, mieux que tout autre, à la marche à récupération, qui permet, dans la descente des longues déclivités, de convertir en énergie électrique, envoyée dans la ligne, l'énergie mécanique absorbée par le freinage, au lieu de dissiper cette énergie sous forme d'échauffement, soit par voie électrique, soit au moyen d'organes frottants et par conséquent sujets à une usure rapide. Cette particularité est particulièrement avantageuse pour les réseaux à profils accidentés, comme celui du Midi. En outre, l'énergie électrique ainsi restituée vient en déduction de celle à fournir par les centrales, et l'on comprend l'intérêt que présente l'utilisation efficace et intégrale de l'énergie des eaux empruntées à des torrents ou bassins à débit limité (1).

ESSAIS DE LA LOCOMOTIVE DES « CONSTRUCTIONS ÉLECTRIQUES DE FRANCE »

Cette locomotive qui présente diverses particularités nouvelles du plus haut intérêt technique, a été étudiée dans tous ses détails par M. Broussouse, des « Constructions Electriques de France ». Elle offre, en outre, la particularité d'être la première entièrement construite dans la région même, à l'usine de Tarbes nouvellement édifiée par les « Constructions Electriques de France », qui doit livrer les cinquante premières locomotives de ce modèle.

Lors de l'inauguration du 30 octobre, la locomotive électrique a été attelée au train ministériel, et les visiteurs sont partis pour Tarbes par la nouvelle ligne électrique, le Ministre et plusieurs personnes de sa suite étant à bord de la machine. Sur ce parcours à forte pente, le Ministre a pu se rendre personnellement compte de l'extrême facilité de la manœuvre, de la rapidité de démarrage, de la douceur et de la souplesse de l'engin, et du fonctionnement sûr et énergique des freins. Toutes ces qualités, jointes aux avantages généraux de la traction électrique : silence, absence de fumée susceptible de masquer les signaux et d'incommoder les voyageurs, font de cette locomotive un engin de traction parfaitement au point et d'une sécurité absolue.

Les voyageurs, arrivés à Tarbes à l'heure prévue et sans le moindre incident, se sont rendus à l'usine des « Constructions Electriques de France », dont ils ont visité tous les ateliers. M. Misson, administrateur, a exposé au Ministre les directives qui ont présidé à l'établissement et à l'organisation des diverses installations de cette usine, édifiée très rapidement : le premier coup de pioche a été donné en *juin* 1921, et la première locomotive de 1400 chevaux, celle qui a conduit à Tarbes le train ministériel, est sortie des ateliers en *août* 1922. Les ateliers de locomotives sont actuellement en pleine production, et livreront sous peu 10 de ces locomotives par mois.

Outre les locomotives, l'usine est affectée à la construction du matériel électrique général, petit et moyen (commutatrices, alternateurs, transformateurs, etc.) et des turbines hydrauliques. La fabrication de ces derniers engins par les constructeurs mêmes des génératrices qu'ils doivent entraîner, est un fait sans précédent dans l'industrie française, et peut-être européenne. On conçoit les avantages que procure une telle méthode, d'ailleurs

---

(1) Voir les précédents articles sur l'électrification du réseau, par M. A. Tétrel, dans *l'Electricien* des 15 janvier, 1er février, 1er mars, 1er avril et 1er décembre 1920



Fig. 2. — Vue de l'atelier de montage des locomotives.

absolument générale en matière de turbo-générateurs à vapeur. On conçoit, en outre, la position spécialement favorable de l'usine, si l'on considère que l'équipement des centrales hydroélectriques actuellement en construction pour le Midi ne comporte pas moins de 13 groupes avec turbines de 10.000 chevaux.

M. Misson a donné des indications très détaillées sur la façon dont le travail est réparti entre les ateliers et les diverses machines, qui, toutes, appartiennent aux types à haut rendement les plus modernes. Il a insisté sur le rôle que jouent dans toute l'organisation les installations de manutention et de transport, qui présentent un développement inaccoutumé : réseau très complet de voies intérieures, ponts roulants puissants et nombreux, intercommunication des ateliers par transbordeurs, dont un d'une puissance de 72 tonnes, le plus puissant actuellement établi en France.

Le Ministre et les notabilités présentes ont vivement admiré l'œuvre accomplie, tant par le Midi que par les « Constructions Electriques » et les félicitations n'ont pas été ménagées aux animateurs dont les initiatives ont abouti aux résultats mis sous les yeux des visiteurs. Ces félicitations ont en particulier trouvé leur expression à l'issue du banquet qui, à midi, réunissait M. Le Trocquer, sa suite, les personnalités politiques présentes et la plupart des autres visiteurs. De nombreux discours ont souligné l'importance de l'œuvre accomplie au double point de vue national et régional : l'unification des réseaux à traction électrique. Dès 1940, la traction électrique et la houille blanche procureront une économie annuelle de 3 millions de tonnes. En outre, la puissance des locomotives pourra être considérablement augmentée, alors qu'elle touche à sa limite pour les locomotives à vapeur; enfin, à cette indépendance économique nationale vient s'ajouter l'indépendance au point de vue des fournitures de matériel, pour lesquelles nous étions encore, dans une large mesure, tributaires de l'étranger, avec les conséquences que l'on sait. Au point de vue régional : amélioration considérable du trafic et de la fréquence des trains, et enfin, importation dans des régions autrefois défavorisées de ces fabrications hydroélectriques, grâce auxquelles, selon



Fig. 3 et 4. — Vues extérieures des usines

l'expression de M. le sénateur Dupuy, « Tarbes deviendra le Grenoble des Pyrénées ».

En raison de l'importance nationale de cette manifestation, nous décrirons ci-après, avec plus de détails, le type de locomotive assurant le service du réseau inauguré, ainsi que divers autres éléments du matériel d'équipement. La nouvelle usine de constructions de Tarbes, en raison de son importance, sera, elle aussi, l'objet d'une brève description qui fera ressortir l'ingéniosité et le souci du détail qui caractérisent toute cette organisation. Enfin, un exposé sommaire de la génèse de l'entreprise et de son évolution présente le plus grand intérêt, car il s'agit ici d'un des plus beaux exemples de développement méthodique et raisonné.

LES « CONSTRUCTIONS ÉLECTRIQUES DE FRANCE »

Les « Constructions Electriques de France » dérivent d'un groupement conçu à l'origine en vue de buts beaucoup plus restreints : la production en série du matériel roulant de tramways et chemins de fer d'intérêt local. Ce matériel était, jusqu'alors, composé d'éléments construits dans plusieurs établissements indépendants, répartis sur tout le territoire, et sans liaison réelle. En outre, chaque compagnie ou réseau avait ses propres cahiers des charges et spécifications, souvent très différents et cela sans raison très sérieuse. Il en résultait une très grande diversité dans les fabrications, d'où des prix de revient forcément élevés. Le groupement initial s'est proposé d'abaisser les prix de revient par la standardisation à outrance des éléments constituant les motrices à construire, et par la centralisation, dans une même usine, des diverses fabrications concourant à leur production.

L'intérêt de ces mesures a été dès le début, apprécié à sa juste valeur par d'importants groupements de réseaux qui passèrent immédiatement des commandes ; pour éviter des tâtonnements longs et coûteux, la Société (à l'époque, « Constructions Electriques du Rhône ») acquit les licences de deux firmes anglaises depuis longtemps spécialisées en traction : Dick, Kerr et C° et « United Electric Car »

La première usine des « Constructions Electriques de France » fut édifiée à Venissieux, près Lyon, et la première pierre posée en septembre 1919. Les premières voitures entièrement construites dans ces ateliers sortirent en 1922.

Entre temps, les projets du gouvernement, en matière d'électrification des grands réseaux, incitèrent la Société à développer son programme en appliquant les mêmes méthodes à la production des locomotives et automotrices électriques destinées à ces réseaux. En outre, fait sans précédent en France, elle résolut de grouper de même les diverses fabrications nécessaires à l'équipement des importantes stations hydroélectriques à construire, afin d'assurer une liaison efficace entre l'étude et la construction des génératrices électriques d'une part, et, d'autre part, des turbines hydrauliques destinées à les actionner. Les constructeurs de turbos à vapeur avaient, depuis longtemps, compris la nécessité d'une telle liaison, et, à de rares exceptions près, les turbo-générateurs à vapeur sont toujours construits de toutes pièces dans les mêmes ateliers. On a évidemment intérêt à opérer de même en matière de turbo-générateurs hydrauliques, et ce, d'autant plus que les conditions locales de chute, débit, etc. varient ici d'un cas à l'autre, tandis qu'il est toujours possible de réaliser, n'importe où, la pression et le débit de vapeur requis par un service donné.

Ces considérations conduisirent la Société à s'assurer de nouvelles licences se rapportant à ce nouveau problème. Au point de vue électrique, elle acquit les licences des procédés de l'« English Electric Company », groupe constitué par cinq des plus anciennes et des plus puissantes firmes constructrices de matériel électrique général de production et de traction, turbos à vapeur et moteurs à combustion. Au point de vue hydraulique, elle



de Tarbes, construites en 1921-1922.

acquit les brevets des *Etablissements Singrun*, d'Epinal, un des plus anciens constructeurs de turbines hydrauliques de France, et qui ont contribué en tout premier rang à la diffusion en France des turbines dites « américaines », dérivées du type Francis. Mais l'usine de Venissieux ne pouvait suffire à un programme si chargé.

C'est en 1920 que les « Constructions Electriques de France » adoptèrent leur raison sociale définitive, et décidèrent la construction de l'usine de Tarbes, en même temps que l'extension selon les plans prévus, de celle de Venissieux.

L'usine de Tarbes qui vient d'être inaugurée officiellement, est essentiellement destinée à la production du gros et du moyen matériel électrique et hydraulique. Commencée en juin 1921, elle a livré en août 1922 la première locomotive de 1400 HP, courant continu, 1500 volts, destinée au réseau du Midi. On y construira aussi, par la suite, les grosses turbines hydrauliques, actuellement établies dans les ateliers d'Epinal, et dont les centrales du réseau du Midi absorberont un grand nombre. L'utilisation à plein rendement de l'important matériel des usines a conduit la Société à s'adjoindre d'autres fabrications, dont nous dirons quelques mots plus loin. Mais nous avons le devoir de nous étendre un peu plus longuement sur l'organisation générale des usines, en particulier de celles de Tarbes, en raison de certaines caractéristiques nouvelles du plus haut intérêt technique.

L'USINE DE TARBES (fig. 3 et 4)

Cette usine produira surtout, comme nous l'avons indiqué ci-dessus, le gros et moyen matériel électrique de toute nature (machines fixes et traction) et les turbines hydrauliques de toutes puissances. Sa position géographique est particulièrement favorable à l'exécution des importantes commandes en cours pour le réseau du Midi. Elle est édifiée à proximité de l'agglomération de Tarbes, à l'intersection des lignes de Tarbes à Toulouse et de Tarbes à Bagnères de Bigorre, et est raccordée au réseau par un embranchement *électrifié*, à voie normale dont la longueur permet de procéder en tout temps à des essais pratiques de traction électrique sur les propres voies de la Société.

La superficie actuellement couverte par les bâtiments est d'environ 30.000 mètres carrés, dont la répartition ressort du plan d'ensemble (fig. 1). Sur ce plan on voit également les emplacements prévus pour les agrandissements ultérieurs des ateliers, qui en doubleront sensiblement la superficie. Fait à noter, ces agrandissements pourront être exécutés sans modifier quoi que ce soit aux dispositions des bâtiments existants, ni au schéma général des manutentions. Chaque atelier se doublera lui-même. La construction a commencé par les ateliers de montage et de locomotives, qui ont été aussi les premiers équipés. Les travaux ont été poussés avec une très grande activité et les premiers groupes de machines-outils ont été mis en route alors que les maçons occupaient encore les travées voisines.

ORGANISATION DES MANUTENTIONS

Les plus grands soins ont été apportés au tracé du réseau de voies intérieures assurant l'alimentation en matières premières, les transports entre ateliers et l'expédition des produits finis. Le système est conçu de telle sorte qu'il est possible d'amener *directement* les wagons en tout point des ateliers pour le chargement ou le déchargement. Les machines et locomotives partent directement des locaux d'essais. Ce réseau comprend une gare de raccordement munie d'un équipement très complet, des voies de répartition desservant les divers bâtiments, et, en outre, des voies latérales extérieures contournant les bâtiments et doublant les liaisons intérieures, de manière à assurer les transports sans aucun retard, même au cas où l'une quelconque des voies intérieures se trouverait

***

momentanément bloquée par une manœuvre, telle que le chargement d'une expédition de gros matériel. Pour les halls de fonderie et de grosse mécanique, les voies transversales visibles sur le plan sont amplement suffisantes, ces halls possédant chacun deux ponts roulants superposés dont l'un de 50 tonnes. Il en va différemment pour les ateliers des locomotives, où tout le montage s'effectue sur voies, à partir de l'assemblage des bogies. Bien que toutes les travées soient munies de ponts roulants, on a évidemment intérêt à utiliser des voies pour la circulation de tout matériel susceptible de rouler. Les voies de montage s'étendent longitudinalement dans les diverses travées de ces bâtiments, et l'intercommunication est très ingénieusement réalisée au moyen de deux puissants transbordeurs, l'un de 75 tonnes, l'autre de 120 tonnes, dont les voies sont visibles sur la fig. 2. Le second de ces engins est le transbordeur le plus puissant existant actuellement en France. Les voies pénètrent dans les divers ateliers par les deux extrémités et les bâtiments sont en quelque sorte encadrés par les voies extérieures et les transbordeurs. On conçoit, sans autre explication, combien de tels dispositifs donnent de souplesse pour l'exécution des transports intérieurs et manutentions. Le plan montre aussi comment il suffira de prolonger les voies des deux transbordeurs pour desservir les futurs agrandissements.

Autre particularité : l'atelier dit « des locomotives » est divisé longitudinalement en plusieurs travées, affectées chacune à une classe définie de travaux d'usinage : bogies, longerons, travail des pièces en acier moulé, etc... Le parc à fers, adjacent à cet atelier qu'il prolonge extérieurement, est, lui aussi, subdivisé en sections correspondant à celles du hall, de sorte que chaque travée se trouve au voisinage immédiat des matériaux qui lui sont destinés. Ceci réduit au minimum les manœuvres pour reprise sur parc. Les mêmes voies ferrées desservent les travées des parcs et celles des ateliers. Le parc aux essieux montés se trouve à l'extrémité opposée de l'atelier des locomotives, sur l'emplacement d'un des futurs agrandissements. 17 travées sont actuellement munies de un ou deux ponts roulants de puissance atteignant 50 tonnes ; les chemins de roulement des ponts roulants ont leurs abouts à l'extérieur et seront prolongés de manière à permettre aux ponts de circuler sur les parcs à matières premières. Au cas où l'on déciderait de couvrir les emplacements pour les convertir en ateliers, les ponts roulants seront ainsi tout prêts. Il existe en outre deux grues à portiques pour les manutentions dans les intervalles des bâtiments extrêmes (parcs à fontes et à pièces finies) et un fort pont à bascule à l'entrée de l'usine, enfin les voies de la cour principale ont un développement suffisant pour se prêter aux opérations d'entretien des locomotives.

ORGANISATION DES FABRICATIONS

L'équipement mécanique de l'usine comprend naturellement les machines les plus modernes et les plus puissantes. Les grosses machines (raboteuses, etc.) sont à commande électrique indépendante. L'atelier des bogies comporte une batterie de cinq radiales, disposées côte à côte, pour le perçage des longerons et pièces analogues. Les diverses machines outils sont séparées par des espaces relativement considérables. Cette mesure a pour effet, non seulement de faciliter la surveillance et les manutentions, mais aussi de permettre la constitution de dépôts intermédiaires de pièces finies ou demi-usinées entre les diverses opérations. Chaque machine peut ainsi travailler à plein rendement, sans qu'on ait à redouter d'engorgement local ou d'arrêt d'un groupe de machines, par suite d'une défaillance momentanée de l'une d'elles. Le principe des réserves tampons a été d'ailleurs appliqué d'un bout à l'autre de la filière des opérations. Le choix des diverses machines, en type et en quantité, a fait l'objet d'études approfondies, en tenant compte de leur capacité et de leur puissance de débit dans les travaux normalement envisagés. Pour permettre d'utiliser ces machines à plein rendement, l'usinage proprement dit a été divisé en trois sections : grosse, moyenne et petite mécanique (voir fig. 5 et 6). Chacune de ces sections groupe la totalité des machines-outils correspondantes, indépendamment de l'affectation des pièces fabriquées. Leur rôle consiste exclusivement à usiner les pièces qu'elles reçoivent, d'après les dessins et spécifications joints, et sans s'occuper aucunement de leur destination ultérieure. Ceci n'est naturellement possible que grâce à un service d'inspection très développé, étendu à toutes les phases de l'usinage, et à l'usage intensif de calibres et autres engins vérificateurs, à tolérance judicieusement choisies.

Chaque atelier a son propre magasin à proximité immédiate (pièces brutes et pièces finies) et chaque bâtiment de montage possède un magasin pour boulons, rivets et autres fournitures d'emploi courant ; ces magasins sont directement desservis par le réseau ferré. L'usine possède aussi un atelier de précision, où sont établis tous les outillages et montages nécessaires aux fabrications.

L'organisation générale du travail et le service des prix de revient ont fait l'objet d'études approfondies et l'organisation méthodique a été poussée fort loin. Le bureau de préparation du travail établit,



Fig. 5. — Usines dc Tarbes. Atelier de grosse mécanique.

au reçu des nomenclatures générales, les réquisitions de matières, ainsi que les fiches de travail et d'opérations où tout est étudié dans les moindres détails, de manière à ne laisser aucune place aux erreurs ou à l'imprévu. Pour permettre l'établissement de prix de revient exacts, le pointage des durées des travaux est effectué par l'ouvrier lui-même sur sa fiche de travail au moyen d'une horloge enregistreuse. Ce contrôle est d'une impartialité absolue envers l'employeur et l'employé; de plus celui-ci devant justifier de toute interruption de travail et de toute irrégularité mise en évidence par la comparaison des heures de début et de fin de travail, il est le premier intéressé à se pointer exactement. L'ouvrier étant son propre pointeur toute controverse ou réclamation relative au décompte des temps de travail se trouve éliminée. Enfin les diverses fiches de travail sont rassemblées à chaque fin de journée par les soins du service des prix de revient, et ventilées sans délai, de telle sorte que la Direction des ateliers est en mesure de dire, jour par jour, ce qu'elle a dépensé sur chacune des commandes en cours d'exécution. L'application des frais généraux et autres est faite à chacun des éléments fabriqués, et ce, au fur et à mesure de la progression du travail.

Des principes similaires ont été appliqués à l'inventaire permanent du stok matières premières. Les parcs et magasins sont minutieusement ordonnés, et les divers casiers ou sections sont munis de fiches de stock à raison d'une fiche individuelle pour chaque objet. Les indications portées sur les fiches sont modifiées strictement au fur et à mesure des entrées et sorties, et leur exactitude est contrôlée presque quotidiennement par des vérifications effectuées par les administrateurs eux-mêmes, qui font procéder au comptage d'une ou plusieurs catégories d'objets, afin de vérifier la concordance des existants réels avec ceux portés sur les fiches. Les administrateurs exercent d'ailleurs un contrôle analogue sur les fiches de travail des ouvriers.

Pour éviter toute interruption de travail, il est fixé, pour chaque pièce, un stock minimum au-dessous duquel les existants ne doivent jamais descendre. Mais en raison des fluctuations incessantes des cours des matières premières, le mini-



Fig. 6. — Usines de Tarbes. Atelier de mécanique moyenne.

mum a été choisi très bas. De cette façon la Société se met à l'abri des pertes par dépréciation des stocks de précaution trop importants, tout en assurant aux divers ateliers une production ininterrompue et sans à-coups.

Dans un but analogue, il a été institué un service dit de « circulation générale » qui constitue en quelque sorte le cerveau de l'usine. Ce service centralise tous les renseignements et donne tous les ordres relatifs à l'utilisation des diverses classes de machines-outils, à la rentrée des approvisionnements nécessaires, aux commandes en cours et à l'écoulement des produits finis. Cette centralisation évite de faire attendre les pièces aux ouvriers et de laisser les ateliers encombrés par les machines finies, faute d'instructions pour l'expédition. Signalons encore un autre point montrant jusqu'où a été poussé le souci de la continuité de fabrication : avant de procéder au montage d'une commande quelconque, le lot de pièces finies nécessaires à son exécution est rassemblé et réceptionné par un chef-monteur qui pointe les existants d'après les nomenclatures, de manière à ne prendre en charge que le lot complet. On ne risque donc pas de voir le montage arrêté par l'absence de quelques pièces plus ou moins importantes.

Comme on le voit les dispositions adoptées concourent à assurer une production à la fois intensive et économique avec un minimum d'aléas. Les agrandissements futurs s'effectueront sans apporter le moindre trouble aux travaux en cours. Ajoutons que pour faciliter à la Direction de l'usine la réalisation de son programme, elle jouit d'une autonomie absolue, et on l'a entièrement déchargée de toute préoccupation administrative, commerciale ou financière. Elle n'a qu'un seul rôle : produire au maximum et étudier les moyens d'intensifier le débit de l'usine et d'abaisser les prix de revient.

La Société s'est précocupée aussi du bien-être du personnel dans l'usine et hors de l'usine. Elle a édifié, dans l'usine même, un réfectoire pour les ouvriers et employés et un club pour les directeurs et les chefs de services. Elle a aussi construit à proximité immédiate de l'usine, une cité ouvrière entièrement moderne, constituée par des groupes de pavil-

lons ou villas, dont chacun possède un jardin d'environ 250 mètres carrés, il est prévu aussi un service médical très complet, et un terrain de sports parfaitement équipé.

USINE DE VÉNISSIEUX

Cette usine reste surtout consacrée au matériel moyen pour traction électrique et au matériel électrique moyen, et comporte en outre des ateliers de téléphonie, la Société ayant acquis la totalité des actions et brevets des « Téléphones Berliner ». Comme l'usine de Tarbes, elle possède sa propre fonderie. L'importance des quantités de bois employées pour les caisses des voitures motrices de tramways a justifié la construction d'un important atelier de machines à bois, ainsi que d'une vaste installation de séchage (à l'air et à l'étuve). Les manutentions entre ateliers sont régies par les mêmes principes que dans l'usine de Tarbes.

PROGRAMME DES FABRICATIONS

Comme on l'a vu plus haut, le programme initial se rapportait surtout à la traction électrique et fut complétée dans la suite par l'adjonction des fabrications relatives aux installations hydroélectriques, avec cette particularité que les usines devaient recevoir exclusivement des matières brutes et livrer le matériel complet *entièrement prêt à l'utilisation.* L'exécution d'un tel programme exigeait un outillage capable de tous les travaux de grosse, moyenne et petite mécanique et cet outillage fut installé ou prévu d'emblée. Mais alors se posait le problème de l'utilisation intensive de tout ce matériel coûteux, condition *sine qua non* d'une production économique. Dans ce but la Société put entreprendre immédiatement la fabrication du matériel électrotechnique général (génératrices, moteurs, transformateurs, etc.) de toutes puissances; en effet les firmes constituant l'« English Electric » comptent parmi les plus anciennes d'Angleterre et, à ce titre, bénéficiaient d'une expérience et d'une documentation technique très complètes en ces diverses matières. Parmi les plus connues de ces firmes on peut citer en particulier celles de Dick, Kerr et C°, Siemens et Williams et Robinson qui jouissent d'une réputation mondiale. En ce qui concerne les constructions hydrauliques, on décida, pour éviter toute perte de temps, de fabriquer provisoirement dans les ateliers Singrun, d'Epinal, déjà puissamment outillés. C'est là que furent achevées les premières turbines de 10.000 HP livrées aux Chemins de fer du Midi.

Pour utiliser encore plus complètement son outillage, la Société acquit successivement tous les droits d'exploitation des « Téléphones Berliner », firme ancienne et bien connue et des licences des brevets et procédés « Stone » pour l'éclairage électrique des wagons de chemins de fer, ce mode d'éclairage étant appelé à devenir d'un usage général dans un avenir très proche. Enfin, elle a également acquis des licences relatives à la construction d'omnibus électriques à trolley, véhicules appelés à un grand avenir en raison de leurs avantages sur les tramways dans les exploitations à trafic modéré, en raison de leur grande aptitude à gravir les pentes et de la faible dépense qu'entraînent les installations fixes nécessaires.

Pour ne citer que le matériel en commande pour l'électrification des chemins de fer français, la Société a livré actuellement :

Plusieurs locomotives de 1400 HP, destinées au Midi (sur une série de 30, le P.-O. a commandé 20 locomotives de même puissance et d'un type analogue; enfin, à titre d'essai, le Midi a commandé aussi deux locomotives à grande vitesse, d'une puissance de 2.250 HP);

5 groupes hydroélectriques de 10.000 HP, sur une commande globale de 13 groupes, dont 4 avec turbine Francis et avec turbine Pelton.

Elle a de plus en commande :

10 omnibus à trolley et 15 remorques pour les Tramways de Nîmes et de nombreux véhicules automoteurs ou équipements pour tramways; plus de 110 équipements divers sont en commande pour la France et l'étranger, pour ne parler que des grosses commandes.

Le programme des fabrications comprend en outre :

Les machines d'extraction électriques et moteurs de laminoirs;

Les appareils de commande électrique pour machines textiles, dont l'emploi s'étend de jour en jour;

Les machines à vapeur et groupes électrogènes avec turbines à vapeur;

Les moteurs à combustion interne, système Fullagar, engins dérivés du Diesel à deux temps, caractérisés par l'emploi de deux pistons opposés; aux avantages généraux des moteurs à deux temps, simplicité constance du couple moteur, encombrement réduit, ils joignent celui d'un équilibrage dynamique parfait, réduisant les vibrations au minimum.

Enfin, en dehors du matériel de traction électrique, la Société construira aussi tout le matériel roulant pour chemins de fer et tramways.

L.-D. Fourcault.

(*A suivre.*)

LES REDRESSEURS STATIQUES

Utilisation des clapets électrolytiques.

Le clapet électrolytique est un système de réalisation facile pour redresser le courant alternatif lorsqu'il s'agit de faibles puissances, notamment pour le fonctionnement de relais. On étudie ici son application aux différents systèmes alternatifs.

Le principe universellement adopté pour redresser le courant alternatif consiste à interposer, entre les générateurs et les circuits d'utilisation, un dispositif propre à interrompre le courant pendant une demi-période.

On n'utilise ainsi qu'une partie de la sinusoïde dont les ondulations sont plus ou moins accusées suivant le nombre de phases du courant primaire employé.

L'appareil le plus simple est basé sur les phénomènes d'électrolyse et se compose en principe de deux métaux différents plongeant dans une solution saline.

Une lame de plomb étant reliée au pôle positif d'une source de courant continu, le pôle négatif connecté à une tige d'aluminium, le tout baignant dans une solution de phosphate de sodium, à un huitième en poids, le courant circule facilement.

Bien au contraire, il y a solution de continuité si l'on inverse les polarités; l'ouverture du circuit est due à la formation instantanée d'une couche pelliculaire d'oxyde d'aluminium qui s'oppose au passage du courant pendant la durée d'un demi-cycle. Il est évident, dès lors, que si l'on alimente un tel appareil avec du courant alternatif, une demi-période par cycle sera supprimée, et l'on obtiendra un courant ondulatoire toujours de même sens.

Le rendement d'utilisation varie suivant la nature du courant primaire.

En pratique, on remplace la lame de plomb par un cylindre entourant la baguette d'aluminium et l'on a soin de munir cette dernière d'une collerette de caoutchouc au niveau du liquide et sur une longueur de 5 millimètres de part et d'autre pour empêcher les courts-circuits provoqués par les sels grimpants lorsque la tension atteint 100 volts.

La cuve peut être en verre ou en grès, de forme cylindrique, mesurant environ 15 centimètres de haut sur 10 centimètres de diamètre; le cylindre de plomb ayant 13 centimètres de haut et 8 centimètres de diamètre, avec une épaisseur de 2 millimètres. La baguette d'aluminium est formée par un bout de tige de 18 centimètres de haut et 1 centimètre de diamètre. On peut remplacer le plomb par du fer, et dans ce cas, la solution sera 5 % de bicarbonate de soude; toutefois le rendement sera moins bon, et l'oxydation rapide du cylindre exige de l'entretien et un remplacement assez rapide.

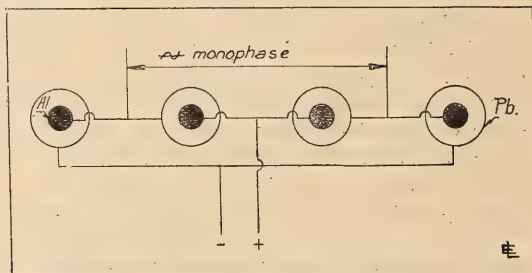


Fig. 1.

SYSTÈME MONOPHASÉ

Théoriquement il est possible d'intercaler une cuve électrolytique formant clapet en série dans le circuit, mais le rendement d'une pareille installation serait déplorable, le courant étant interrompu pendant une demi-période et il en résulterait des avaries graves pour les récepteurs.

On dispose alors quatre bacs suivant le schéma figure 1.

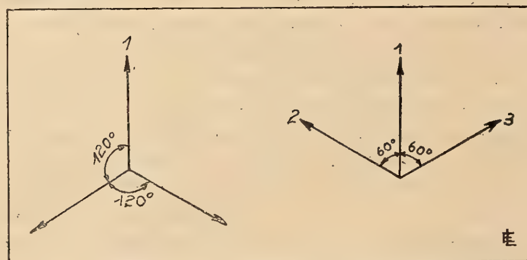


Fig. 2. Fig. 3.

Le rendement d'un tel montage est d'environ 0,6 et il est beaucoup préférable d'alimenter les cuves avec des courants polyphasés.

L'application courante du monophasé se fait pour la charge de petites batteries d'accumulateurs ou surtout pour les circuits de téléphones intérieurs où le courant continu sert en même temps à alimenter les circuits microphoniques et les sonnettes d'appel.

Les fractions des sinusoïdes partielles se recouvrent pour former un courant continu ondulatoire,

d'autant plus amorti que le nombre de phases est plus grand.

Il est utile de tranformer le courant monophasé en triphasé, mais on se heurte alors à de grosses difficultés.

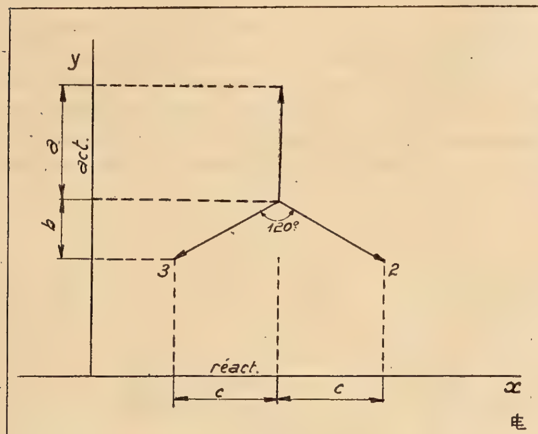
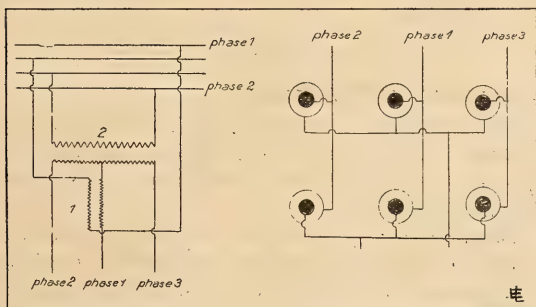


Fig. 4.

Il s'agit d'obtenir trois tensions décalées de 120 degrés, telles qu'elles sont représentées dans la figure 2.

On arrive à ce résultat en alimentant les cuves par un transformateur à trois noyaux dont chaque primaire monophasé forme un circuit de tension décalée.

La réalisation pratique consiste à créer trois tensions présentant un décalage de 60 degrés suivant figure 3.



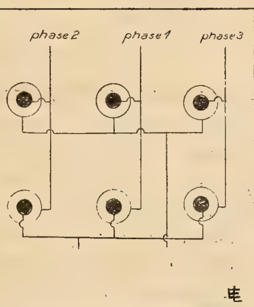


Fig. 5. Fig. 6.

Les enroulements 2 et 3 sont bobinés en sens inverse de la phase 1 ; de cette façon, on obtient bien les trois tensions de la figure 2.

La distribution des secteurs d'énegrie correspond à la meilleure utilisation des flux, comme on peut le constater, en effectuant la somme des projections sur deux axes rectangulaires. (fig. 4).

Sur l'axe vertical y, on obtient l'expression de l'énergie active $a + 2\ b$, et sur l'axe horizontal x, l'énergie réactive 2 c, la projection de la phase 1 étant réduite à un point.

On voit facilement que l'énergie active mise en jeu est maximum.

Le problème revient à déterminer pour le primaire du transformateur trois circuits distincts, branchés en parallèle sur les barres monophasées et dont les cos θ correspondent aux angles précédemment déterminés (fig. 3).

La tension de la phase 2 sera décalée en avance sur la tension de la phase 1, grâce à l'introduction de capacité judicieusement calculée ; la phase 3 sera décalée en arrière au moyen de réactances additionnelles.

Il en résulte malheureusement une assez forte dissymétrie dans les trois noyaux, et il est nécessaire de relever le facteur de puissance de l'ensemble par l'intermédiaire d'un condensateur approprié.

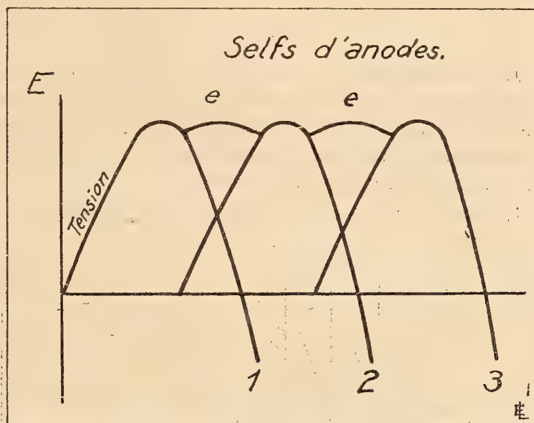


Fig. 7.

SYSTÈME DIPHASÉ

On branche un transformateur Scott sur les quatre fils du circuit diphasé ; le courant triphasé obtenu alimente les cuves suivant la disposition ci-dessus (fig. 5).

SYSTÈME TRIPHASÉ

Dans ce cas, les trois fils de phases sont reliés aux cuves suivant le schéma figure 6.

La tension obtenue du côté continu est le quotient de la tension maximum triphasée par racine de 3 ; les ondulations sont sensiblement amoindries.

Pour atténuer encore les oscillations, on intercale en série sur chaque phase une bobine de self dont la force électromotrice e, vient combler l'espace entre deux sinusoïdes de phases, on a alors le diagramme des tensions efficaces représenté figure 7.

Comme la tension continue est environ 60 %

de la tension alternative, il est souvent nécessaire d'obtenir 110 volts du côté continu en partant de la même tension du côté alternatif.

Le problème est des plus simples et se résout facilement en intercalant un transformateur élévateur de tension entre la ligne et les redresseurs.

Fig. 8.

Le tranformateur est à trois noyaux en tôle formant une carcasse unique, le primaire est couplé en triangle, de façon que les harmoniques d'ordre 3 engendrées se referment dans l'enroulement. Le secondaire est en étoile.

Chaque primaire est composé par 100 spires de

Fig. 9

fil de cuivre de 12 dixièmes et les secondaires comportent chacun 300 spires du même fil.

La tension primaire étant de 110 volts entre phases, l'alimentation des cuves se fait sous 185 volts.

La résistance ohmique du circuit primaire admet un courant de 10 ampères avec un coefficient de self de 0,008.

Le facteur de puissance de l'appareil est environ 0,85 ppur une puissance de 950 volt-ampères.

Les cotes du transformateur sont données dans la figure 8.

Il est intéressant d'employer ces redresseurs dans les petites centrales ou dans les ateliers où l'on a besoin de courant auxiliaire continu pour l'alimentation de relais; on peut alors brancher simplement les redresseurs sur un transformateur de mesure, connecté aux barres haute tension.

Fig. 10.

SYSTÈME HEXAPHASÉ

Pour des installations de T. S. F. charge d'accumulateurs, travaux de laboratoire ou d'électrolyse, il est indispensable d'obtenir un courant parfaitement rectifié.

Dans ces cas spéciaux, on multiple les phases au moyen d'un transformateur hexaphasé dont les points neutres sont reliés à une bobine de réactance dite d'absorption, annulant la chute de tension qui résulte du passage du courant d'une anode à la suivante; on réalise alors le montage le plus complet représenté figure 9.

ÉTUDE DES OSCILLOGRAMMES

Supposons le circuit fermé sur une seule cuve électrolytique, le courant s'établira dans le sens positif par le tube de fer; la tension moyenne obtenue du côté continu sera égale à la tension efficace du courant alternatif, moins la tension absorbée par

la bobine de self d'anode; cette dernière amortira la déclinaison de la sinusoïde à la fin de la première alternance, la tension décroîtra brusquement jusqu'à zéro et se maintiendra à cette valeur pendant toute la durée de la deuxième alternance (premier oscillogramme, figure 10).

Avec deux clapets par phase, on utilise la seconde demi-période en produisant le va-et-vient des tensions entre les diagonales; le courant reste toujours de même sens dans le circuit continu. Les selfs d'anodes amortissent la tension maximum et l'énergie libérée par elles à chaque changement de phase contribue à réduire la période d'oscillation.

Le courant rectifié est sensiblement rectiligne en employant trois ou cinq phases; les variations de tension atteignent une valeur de 1,5 à 2 % (deuxième et troisième oscillogrammes).

L'emploi des clapets électrolytiques est la solution la plus simple pour les petites puissances; les rendements sont de l'ordre de 60 à 70 %.

Les frais d'établissement sont minimes comparés à ceux des redresseurs à vapeur de mercure avec ampoule de verre; l'entretien des cuves et des électrodes est à peu près nul.

E.-J.-F. Vachet,
Ingénieur
à la Compagnie Électro-mécanique.

Émission de signaux sur les lignes de transport d'énergie.

De très longue date, des études ont été faites pour transmettre un courant distinct sur les lignes de transport d'énergie à haute et basse tension. Des brevets basés surtout sur des équilibres ou des équilibres de courant (balances électro-dynamiques ou électro-magnétiques) semblaient donner des résultats intéressants, qui ne furent pourtant pas sanctionnés par la pratique.

Il faut reconnaître que si les moyens pour transmettre un signal par l'intermédiaire de câbles de transport d'énergie sont nombreux, ils ne semblent pas répondre à un besoin immédiat d'une part; ils sont délicats et dangereux d'autre part. En effet, à part la tarification et l'automatisation des sous-stations ou centrales secondaires, dont les applications ne sont pas encore très pratiques, on n'entrevoit guère que l'intercommunication télégraphique ou téléphonique.

On peut admettre d'ailleurs que dans ce dernier cas la question est entièrement résolue; il est en effet possible actuellement de transmettre la voix sur les lignes de transport d'énergie à basse et haute tension.

Deux procédés sont utilisés suivant que la transmission a lieu sur la ligne de transport, ou par sans fil.

Le premier procédé consiste à envoyer un courant à haute fréquence sur la ligne, courant qui sera detecté à l'arrivée, à l'aide d'organes analogues à ceux employés en T. S. F. Dans ce cas, les appareils transmetteurs sont analogues à ceux employés en télégraphie sans fil. Pour transmettre la voix, il suffit de moduler le courant à haute fréquence.

Ces dispositions permettent des transmissions simultanées par variation de fréquence. La plus grande difficulté est le mode d'attaque de la ligne de transport d'énergie, par conséquent le couplage. Celui-ci peut être à induction, c'est-à-dire par l'intermédiaire d'une ligne de longueur convenable tendue parallèlement sous les câbles du transport ou par l'intermédiaire de transformateurs. Le couplage peut aussi être assuré à l'aide de capacités intercalées entre les appareils de transmission et la ligne.

Les couplages par transformateurs ou capacités ont l'avantage de réduire les troubles apportés par les postes de télégraphie sans fil et les décharges dues aux effluves.

Le deuxième procédé utilisant des installations de téléphonie sans fil n'est pas encore rentré dans la pratique courante.

On conçoit facilement que par ces moyens et à l'aide de lampes à trois électrodes pour l'amplification, il serait facile dès maintenant de provoquer des actions ou des signaux spéciaux à distance.

P. Maurer.

Lampe à lumière presque solaire.

Pour permettre l'appréciation exacte des couleurs, lorsqu'on utilise la lumière artificielle, la General Electric C° construit un type spécial de lampe dont la lumière se rapproche très sensiblement de la lumière solaire; elle a même, sur cette dernière, l'avantage d'être invariable au point de vue qualité. Cette lampe est une lampe à incandescence du type à gaz inerte; l'ampoule est en verre spécial bleu azur qui absorbe les rayons rouges et jaunes en excès. Elle est destinée à rendre de grands services aux tisseurs, aux fabricants de matières colorantes, aux teinturiers, aux imprimeurs, dans les galeries d'art et dans les ateliers de peintres. Le type normal, pouvant s'adapter sur n'importe quel support, est de 100 watts pour 100-130 volts et 200-260 volts.

G. R.

EXTRAITS — COMPTE-RENDUS

Mesure directe de la résistance d'un réseau à courant continu.

Une méthode de mesure directe de la résistance d'isolement d'un réseau à courant continu, a été décrite par *Electrician*, méthode ne nécessitant qu'un seul instrument de mesure ordinaire à cadre mobile, dont la graduation peut être faite directement en ohms.

On sait que la valeur R de la résistance d'isolement d'un système à courant continu peut être obtenue par la connaissance des potentiels d'un des conducteurs — le neutre généralement dans le cas d'un système à trois fils — premièrement quand il est déconnecté de la terre, deuxièmement quand il est connecté à la terre par une résistance de valeur comme r. Si ces deux potentiels sont v et v_1, on a :

$$R = r \frac{v - v_1}{v_1}$$

Si $$x = \frac{v - v_1}{v}$$

la première équation peut s'écrire

$$R = r \frac{x}{1 - x}$$

On peut obtenir directement x en mesurant les potentiels du fil neutre au moyen d'un instrument à cadre mobile et d'une résistance variable disposée de telle sorte que le plus grand potentiel v puisse donner la graduation maximum. Quand la résistance est ainsi réglée et que le commutateur de terre est fermé, le voltage à travers l'instrument sera réduit et l'aiguille reviendra en arrière d'un angle correspondant à la variation du potentiel v-v_1. La distance angulaire parcourue par l'aiguille est facile à observer, puisque le déplacement se produit à partir d'un point déterminé de la graduation, et si θ est cet angle et α l'angle de déviation total, on aura

$$x = \frac{\theta}{\alpha}$$

et $$R = r \frac{\theta}{\alpha - \theta}$$

La résistance variable peut être en série avec l'instrument ou le réglage nécessaire peut être fait au moyen d'un potentiométre. Ce dernier dispositif est indiqué fig. 1. Ces deux méthodes donnent lieu à une certaine erreur, du fait que l'instrument de mesure et sa résistance laissent un petit défaut sur le système quand le commutateur de terre est ouvert. Cette erreur peut être aisément corrigée avec le dispositif à potentiomètre, si la résistance de l'instrument est suffisamment élevé. Si ρ est la valeur de la résistance du potentiomètre, ρ sera aussi aussi la valeur de la perte quand le commutateur de terre est ouvert :

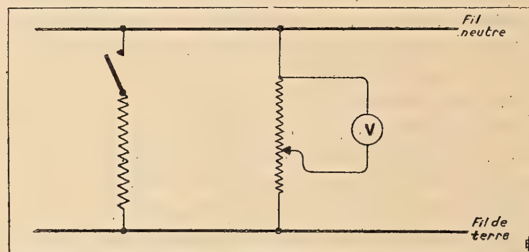


Fig. 1.

$$\frac{\rho R}{\rho + R} = r \frac{x}{1 - x}$$

D'où $$R = \frac{\rho r x}{\rho - x(\rho + r)}$$

Or si $$m = 1 + \frac{r}{\rho}$$

$$R = r \frac{x}{1 + mx}$$

Cette correction peut être facilement appliquée quand on marque la graduation de l'instrument.

On voit qu'il est facile, pour une valeur donnée de r, de graduer directement en ohms l'échelle de l'instrument.

Il suffira, avec une échelle ainsi graduée, d'ouvrir le commutateur de terre, de régler le curseur du potentiomètre ou la résistance réglable, de

sorte que l'aiguille de l'instrument demeure à zéro sur la graduation en ohms. Le commutateur de terre est ensuite fermé et l'aiguille indique directement la résistance d'isolement du système en ohms.

M. G.

▨ ▨ ▨

Les progrès récents des turbines hydrauliques.

Une étude des plus intéressantes sur les perfectionnements apportés récemment à la construction des turbines hydrauliques vient d'être publiée dans le *Zeit. Ver. Deut Ing.* L'auteur décrit de nouveaux types d'aspiration et discute l'influence du tube d'aspiration sur le mouvement de l'eau à l'intérieur de la roue mobile. Il décrit successivement le fonctionnement de la turbine Kaplan et les limites d'application de cette machine, la turbine de Moody, une autre turbine à axe vertical à une seule roue avec décharge au sommet, enfin une turbine Francis à haute pression et à axe vertical. L'importance économique des faibles chutes est mise en évidence par l'auteur qui examine ensuite quelques limites de la théorie actuelle des turbines et quelques-unes des conséquences et des possibilités de la théorie de Bauersfeld.

La turbine Francis peut actuellement être employée pour les chutes allant jusqu'à 200 mètres. Il existe des turbines suédoises horizontales doubles avec tubes d'admission elliptique de 6 × 4,9 mètres. D'autres turbines plus grandes encore sont en construction. Dans les Pays Scandinaves, on préfère les turbines horizontales, tandis qu'en Suisse et en Amérique prédominent celles à axe vertical.

Des expériences effectuées par Brieglib, Hansen & Cº démontre qu'un tube de décharge rectiligne est préférable, au point de vue hydraulique, aux tubes coudés en ciment pour décharger l'eau horizontalement. L'inconvénient du tube coudé résulte, pour une faible part, des pertes dans le tube lui-même, mais surtout des perturbations apportées à l'écoulement de l'eau à l'intérieur de la roue mobile; on a vérifié, dans un cas particulier, que la perte due au coude était de 3 %, tandis que la diminution de puissance totale due au tube de décharge coudé était de 12 %. Les roues qui donnent les meilleurs résultats avec les tubes de décharges droits semblent être les plus sensibles aux perturbations produites par les tubes coudés.

La longueur et l'angle d'expansion des tubes de décharges rectilignes sont limités, mais d'autre part la section des tubes rectilignes est entièrement occupée par le courant liquide tandis que généralement dans les tubes recourbés il y a des zones mortes. L'appareil appelé « hydrocône récupérateur », employé sur une large échelle sur le Niagara, rend possible la conversion en pression de la composante tangentielle de la vitesse de sortie; le dispositif est applicable, tant aux turbines verticales qu'aux turbines horizontales. Quand le manque d'espace ou la petitesse de la chute rendent nécessaire l'emploi d'un tube de décharge coudé, celui-ci et la roue mobile sont calculés pour le rendement maximum total et non pas séparément.

Afin d'augmenter la vitesse spécifique, on a projeté des turbines avec de larges espaces d'admission et de décharge, sans augmentation de la vitesse périphérique. Dans ce cas on ne peut plus appliquer la théorie ordinaire de la turbine. Une des méthodes de projet consiste à étudier le parcours de veines fluides et à considérer la zone comme composée

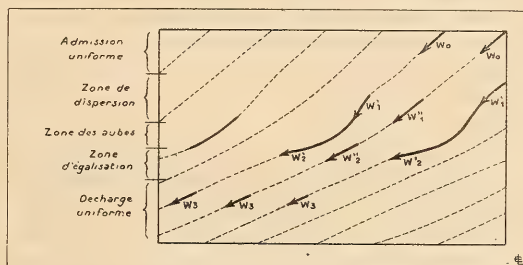


Fig. 1.

d'un certain nombre de sections, en raccordant successivement les profils obtenus pour les diverses sections. On peut objecter que le parcours des veines fluides n'est pas déterminée seulement par le profil périphérique, mais aussi par la forme des aubes qui ne peut être déterminé qu'en supposant connu le trajet de l'eau. En augmentant la vitesse périphérique dans le but d'augmenter ultérieurement la vitesse spécifique, il faut réduire la longueur ou le nombre des aubes pour réduire les pertes par frottement, et dans les larges passages entre les aubes il y a alors incertitude sur le parcours des filets liquides, tant dans le sens tangentiel que radial.

M. G.

▨ ▨ ▨

Informations.

Autorisations. — Concessions.

Basses-Alpes. — Le président du Syndicat des communes de Saint-Maime, Dauphin, Saint-Michel, Lingel, Saint-Martin-les-Eaux, Villemus-Reillanne, Montjustin et Cereste a demandé l'autorisation d'exécuter dès maintenant les travaux de construction du réseau rural projeté pour la distribution d'énergie électrique dans ces communes, sans attendre que les formalités réglementaires d'instruction soient accomplies.

Charente-Inferieure. — La Compagnie française d'éclairage et de chauffage par le gaz, dont le siège social est à La Rochelle, usine à gaz, rue de la Glacière, a demandé l'autorisation d'établir par permissions de voirie, les lignes ci-après :

1° Ligne de Saint-Rogatien à Varaize, destinée à alimenter une exploitation particulière (Service d'eau de la ville de La Rochelle).

2° Ligne de Saint-Rogatien à Angoulins, destinée à alimenter une concession de distribution publique par l'Etat dans les communes de la Jane et Angoulins, au sujet de laquelle la Compagnie a adressé une demande à la date du 13 septembre 1922.

Ces lignes partiraient d'une artère principale établie suivant le tracé La Rochelle-Périgny-Saint-Rogatien, avec prolongement éventuel sur Bourgneuf pour laquelle la Compagnie a déjà demandé une concession de distribution aux services publics.

Côte-dOr, Haute-Marne, Haute-Saône. — La Société « Saône-et-Marne » a demandé l'autorisation d'établir, sous le régime des concessions d'Etat, une distribution d'énergie électrique aux services publics entre Chalindrey et Dijon, en empruntant le territoire des départements de la Côte-d'Or de la Haute-Marne et de la Haute-Saône.

Gard. — La Société Nîmoise d'électricité a obtenu l'autorisation provisoire d'établir en vertu de permissions de voirie, sur le territoire de la ville de Nîmes, trois canalisations électriques à haute tension destinées à l'alimentation.

1° de l'aérodome de Courbessac.

2° de la Société des constructions mécaniques du Gard.

3° d'un chantier de réparation de wagons et des services de la Compagnie P.-L.-M.

Chacune de ces lignes fournirait en outre l'énergie nécessaire aux habitants et industriels des quartiers voisins.

Gironde. — Une conférence a été tenue entre les ingénieurs du génie rural et du contrôle des distributions d'énergie électrique, au sujet de l'établissement d'un réseau rural de distribution d'énergie électrique dans la commune de Paillet.

Haute-Loire. — La Compagnie hydro-électrique d'Auvergne a demandé la concession par l'Etat d'une distribution d'énergie électrique aux services publics en vue d'alimenter les communes de Paulhaguet et Chavaniac-Lafayette. La Compagnie désire établir une ligne haute tension à 20.000 volts, à courant triphasé, prolongeant la ligne H. T. Clermont-Brioude et traversant les communes de Brioude, Vieille-Brioude, La Chomette, Salzuit, Paulhaguet, Mazerat-Aurouze, Saint-Georges d'Aurac et Chavaniac-Lafayette.

Haute-Savoie. — La Société d'électricité du Rhône et du Formant a présenté une demande en vue d'obtenir des permissions de voirie provisoires pour l'établissement d'une ligne d'énergie destinée à alimenter les communes d'Annemasse et d'Ambilly.

Marne. — Une conférence a été tenue entre les ingénieurs du contrôle des distributions d'énergie électrique et du génie rural au sujet de l'établissement d'un réseau rural de distribution d'énergie électrique dans la commune de Vraux et dans le syndicat des communes d'Ambonnay et environs.

Nord. — Le Comptoir central d'achats industriels pour les régions envahies a eté autorisé, par dérogation à l'art. 25 de l'arrêté ministériel du 30 juillet 1921, à établir la ligne électrique haute tension Valenciennes-Lille sous des angles respectifs de 50° et de 55° (au lieu du minimum de 60° prescrit) à la traversée des raccordements Beuvrages-Saint-Saulve P. 247 K 500 et Saint-Saulve-Bleuve-Borne (lignes de Paris à la frontière par Valenciennes et de Lille à Valenciennes), territoire de Beuvrages.

La Société « Energie électrique du Nord de la France » a obtenu l'autorisation de construire immédiatement une canalisation électrique souterraine à 10.000 volts et qui est destinée à alimenter les établissements Rigot-Stalaers à La Madeleine.

Cette ligne fera partie intégrante de la concession d'Etat aux services publics que cette Société a demandé

Nièvre. — M. Gallois a présenté une demande en vue d'établir, sous le régime des permissions de voirie limitées à deux années, une ligne d'énergie électrique entre les usines de la Canche et de Chateau-Chinon en empruntant le territoire des départements de la Nièvre et de Saône-et-Loire.

La Compagnie Continentale Edison, qui est en instance de concession pour l'exploitation d'une distribution d'énergie électrique dans la commune de Saint-Paris-le-Chatel, se propose, en raison de la dissémination de la population, d'utiliser une tension de distribution 225/390 volts.

Elle a sollicité à cet effet une dérogation à l'arrêté technique du 30 juillet 1921, qui vient de lui être accordée sous réserve des mesures spéciales de précautions à prendre en raison des dangers que présente l'emploi de cette tension dans les installations intérieures des abonnés.

Seine-et-Oise. — La Société du Nord-Est Parisien a obtenu l'autorisation provisoire de procéder, sans attendre l'accomplissement des formalités réglementaires à l'installation d'une canalition destinée à alimenter les ateliers de construction de l'Abbaye, à Livry-Gargan.

Cette canalisation fera partie intégrante de la concession que cette société a déposée.

Vienne et Charente. — La Société des Forces Motrices de la Vienne, 16, rue de la Pépinière, à Paris, a sollicité une concession de distribution d'énergie électrique aux services publics entre l'Isle-Jourdain (Vienne) et Roumazières (Charente) avec dérivation sur Saint-Gervais, Excideuil et Nieuil.

La distribution comprendra :

1° Une canalisation principale partant du poste de livraison ci-dessus et aboutissant à Roumazières (Charente) en traversant successivement les communes de l'Isle-Jourdain, le Vigeaut, Availles-Limousine (Vienne), Lessac, Saint-Germain, Confolens, Ansac, Ambernac, Chantrezac, Loubert et Roumazières (Charente).

2° Une dérivation, issue de la précédente canalisation à Chantrezac (Charente) et aboutissant à Saint-Gervais (Charente) en traversant successivement les communes de Chantrezac, Saint-Laurent de Céris, Vieux-Cerier, Champagne-Mouton et Saint-Gervais (Charente).

3° Une dérivation issue de la canalisation principale à Roumazières (Charente) et aboutissant à Exideuil (Charente) en traversant successivement les communes de Roumazières, Lépéruse et Exideuil (Charente).

4° Une dérivation issue de la canalisation principale à Roumazières (Charente) et aboutissant au hameau de Fontafie, commune de Nieuil (Charente), en traversant les territoires de Roumazières à Nieuil (Charente).

Le courant distribué sera du courant alternatif triphasé à la fréquence de 50 périodes et à la tension de 15.000 volts.

Ce réseau desservira, non seulement les services publics compris dans une zone de 2 kilomètres d'une part et d'autre des canalisations concédées, mais éventuellement les particuliers et les établissements industriels situés dans le voisinage du tracé des lignes.



Prix des charbons pr la région parisienne.

3e TRIMESTRE 1922

Départements.	Prix homologué.
Seine	101 fr., 813 la tonne.
Seine-et-Oise	101 fr., 813 la tonne.
Oise	101 fr., 813 la tonne.
Seine-et-Marne	108 fr., 313 la tonne.

JURISPRUDENCE

Développement d'un réseau urbain en aérien ou souterrain.

Un arrêté du Conseil d'Etat du 28 juillet 1922 (Compagnie du gaz d'Angers) contient un « considérant » intéressant quant à l'extension des réseaux urbains :

Considérant, en premier lieu, qu'aucune disposition du contrat n'indiquait, explicitement ou non, que la canalisation dût être exclusivement souterraine ; qu'au contraire, l'article 3 du cahier des charges proposé stipulait que la concession comporterait « l'autorisation de placer, sur ou sous la voie publique, les fils ou câbles destinés à la transmission des courants électriques » ; qu'ainsi, loin d'être obligée, pour éviter tout mécompte, de calculer le prix d'établissement d'après la dépense qu'aurait nécessitée une canalisation toute entière souterrraine et, dès lors, très onéreuse, la Compagnie devait interpréter cet article dans l'esprit où il avait été rédigé et supposer que l'installation serait, comme il est de pratique courante, souterraine dans la partie agglomérée, aérienne dans le reste de la ville ; qu'au surplus, il lui appartenait, si cette clause lui semblait obscure, de s'informer auprès du maire ; qu'elle n'a justifié ni auprès des experts, ni devant le Conseil d'Etat des démarches qu'elle aurait tentées à cet effet.

Inventions. — Appareils et procédés nouveaux

ÉCONOMISEUR DE COURANT

Cet économiseur consiste (fig. 1) en principe en un organe tournant *b*, portant une série de contacts fixes *p*, et reliés à l'installation comme le montre la figure.

Les interruptions régulières produites diminuent l'énergie consommée en utilisant l'inertie de cette énergie.

Par exemple, une lampe éteinte et allumée 2000 fois par minute n'a pas le temps de perdre son intensité lumineuse. (Br. Fr. n° 543.365. — Pilliodeau). P. M.

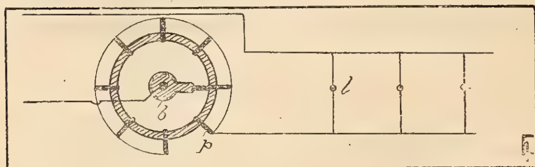


Fig. 1.

COMPTEUR A DÉPASSEMENT

Ce compteur est destiné à mesurer la consommation au delà d'une certaine limite. Pour cela on utilise un transformateur *t* comportant un primaire *e* et un shunt de réglage *s* (fig. 2).

Le secondaire agit sur un enroulement partiel du compteur en *r*. Le couple de réaction dépendra, dans ces conditions, du transformateur et de la valeur donnée au shunt *s*. (Br. Fr. n° 542.442. — Landys et Gyr). P. M.

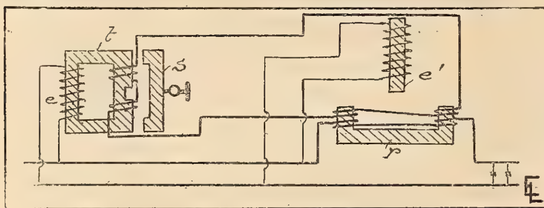


Fig. 2.

APPAREIL DESTINÉ A DIMINUER OU A ANNULER L'ÉNERGIE RÉACTIVE ABSORBÉE PAR UNE INSTALLATION

Cette disposition consiste à utiliser un transformateur survolteur *p s*, (fig. 3) dont le primaire *p* est placé entre les bornes de l'installation, après le compteur *c*. Sur le secondaire *s* est montée une capacité convenable.

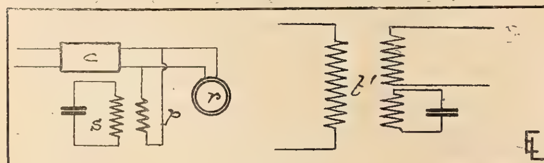


Fig. 3.

On peut facilement adapter cette disposition à un transformateur de puissance *t'* dont une partie de l'enroulement secondaire porte un condensateur. (Br. Fr. n° 542.977. — Outtier). P. M.

CABLES ÉLECTRIQUES

Dans les câbles ayant plus de deux âmes concentriques on emploie (fig. 4) un isolant tel que du papier imprégné c^1 pour la partie centrale a^1 et cette partie centrale est entourée par le conducteur b^1. L'âme suivante a^2 est appliquée directement sur le conducteur b^1, semblablement isolée c^2 et enveloppée b^2. Cette disposition est répétée jusqu'à l'isolant c^3 de l'âme extérienre a^3, une enveloppe épaisse b^3 en plomb entoure le tout. (Brev. angl. n° 179.679. — Taylor). M. M.

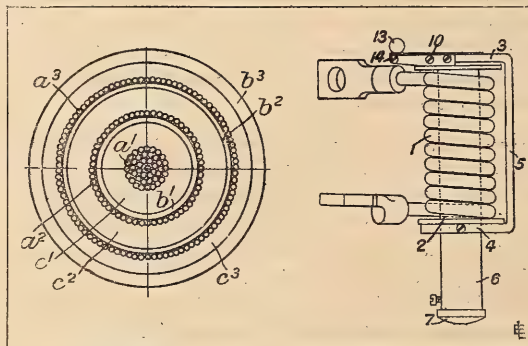


Fig. 4. Fig. 5.

LOCALISATION DES DÉFAUTS SUR LES FEEDERS

Un dispositif pour localiser les défauts sur les feeders des circuits de traction ou sur les câbles armés comprend (fig. 5) un solénoïde 1 dont une extrémité est connectée à la boîte du feeder, à l'enveloppe du câble ou à la partie susceptible d'avoir une perte; l'autre extrémité est réunie au conducteur de retour. Un indicateur mobile 10 est disposé pour que, normalement, il soit maintenu par son poids dans une position adjacente à une armature du solénoïde 1, et que s'il tourne d'un certain angle lorsque cette armature est mue par suite d'un défaut, il se déplace vers l'intérieur et y soit maintenu jusqu'à ce que, à l'aide de la main ou par tout autre moyen, on le ramène à sa première position. Dans le dispositif de la figure, le solénoïde 1 est monté sur un tube isolant 2, supporté par les extrémités 3 et 4 d'une pièce en fer ou en acier 5; ce tube est prolongé par une pièce 6 dont l'extrémité est fermée par un chapeau détachable 7. Le tube 2 contient une armature mobile qui a, de préférence, la forme d'un léger tube d'acier. Une tablette indicatrice colorée 10 est disposée pour pouvoir pivoter en 3, c'est-à-dire à l'extrémité de la pièce 5, de sorte que si le solénoïde est alimenté par suite d'un défaut, un doigt non magnétique fixé à l'armature engage la tablette 10 à travers une ouverture située à l'extrémité 3 de la partie fixe 5 pour la déplacer dans la direction annonçant le défaut. Un contrepoids 13 monte sur la plaque 10 près de son pivot 14, empêche normalement les mouvements accidentels de la tablette due aux vibrations, et l'aide à se déplacer vers la position indiquant le défaut lorsque le solénoïde est alimenté par le courant. (Brev. angl. n° 180.434. — Brecknell.) M. M.

LAMPES A INCANDESCENCE A FILAMENT ÉLASTIQUE

Dans une lampe à incandescence (fig. 6) ayant un filament étiré, le filament 2 est maintenu tendu par un ressort sort 5 en tungstène ou autre métal ayant la propriété de conserver son élasticité lorsqu'il est chauffé. Le courant passe à travers le filament par une pièce recourbée 3 placée entre ses extrémités et la sortie 4 ; cette pièce est en nickel ou en métal de basse résistance. Dans un autre dispositif la pièce ci-dessus est en forme d'hélice et concentrique au ressort 5. (Br. angl. n° 183.389. — Naamboze).

M. M.

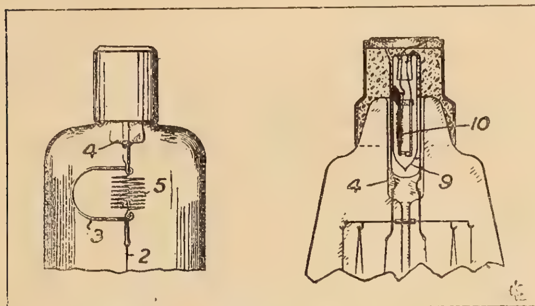


Fig. 6. Fig. 7.

LAMPES A INCANDESCENCE A INTERRUPTION THERMIQUE

Dans les lampes munies d'un coupe-circuit thermique (fig. 7), le filament est incandescent par intervalle, ce qui permet de les employer pour l'éclairage de signaux. Le coupe-circuit 10 est placé dans le creux de l'ampoule ; il peut être monté dans un tube 9 ce qui permet de le placer très facilement dans la partie creuse de l'ampoule 4. (Br. angl. n° 182.007. — Eeles).

M. M.



COUPE-CIRCUIT DISJONCTEUR

à déclanchement automatique pour la protection des moteurs à courants polyphasés.

Cette invention a pour but d'obtenir l'ouverture automatique de l'interrupteur d'alimentation du moteur, dès qu'un seul des fils fusibles vient à fondre. On évite ainsi de laisser le courant, ne serait-ce qu'un certain temps, sur la partie des enroulements du moteur qui n'a pas été mise hors circuit par suite de la fusion d'un seul fusible et, de ce fait, on évite un accident plus grave allant quelquefois jusqu'à la mise hors service du moteur.

Pour obtenir ce résultat, l'inventeur, M. Simonnet, attache les fusibles à la partie supérieure à un point fixe et à la partie inférieure à une masselotte mobile (fig. 1). Dès qu'un fil fusible fond, cette masse métallique tombe, par son propre poids, sur une planchette en relation avec le dispositif de déclenchement de l'interrupteur qui s'ouvre brus-



Fig. 1.

quement et met le moteur complètement hors circuit.

Le dispositif de déclenchement consiste en une tige dont la partie supérieure agit sur un rochet d'encliquetage du disjoncteur (fig. 2). La partie

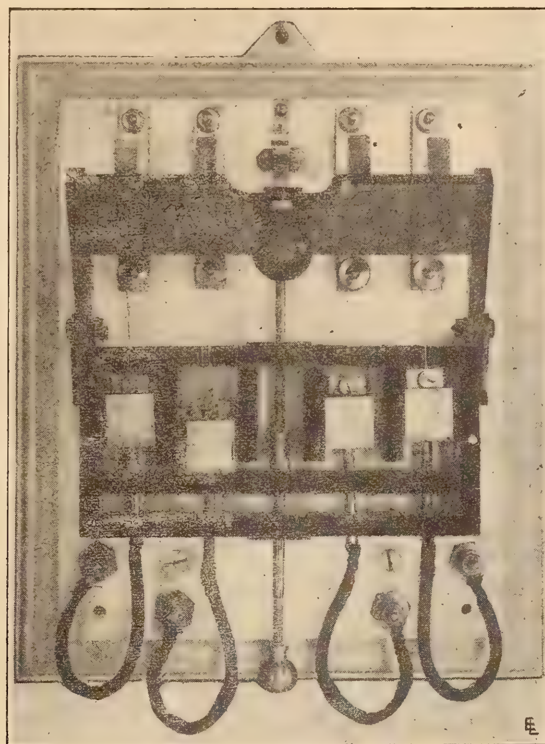


Fig. 2.

inférieure de cette tige porte un bouton qui permet le réenclenchement de l'appareil à la main après le remplacement du fusible avarié.

Cet appareil est construit par MM. Héraudet et Cie, 45 *bis*, rue Pouchet, à Paris.

E. François.

On nous demande :

L'amélioration du facteur de puissance par moteurs synchrones.

Ce sont les Américains qui les premiers ont lancé le procédé dit de « surexciter » les moteurs « synchrones à vide » pour améliorer le cos φ d'un réseau. Cependant il est intéressant d'étudier d'un peu près, dans quelles conditions on peut réaliser pareil montage et quels sont les avantages qu'on peut en retirer ?

Essayons de définir la « puissance » en alternatif. Est-ce comme en continu le produit UI ? Non, en triphasé nous savons que la puissance $P = \sqrt{3}\ UI \cos \varphi$.

L'angle φ est l'angle de décalage entre la tension U et l'intensité I, et l'on voit que la puissance est — au coefficient $\sqrt{3}$ près — le produit de la tension U par la projection du vecteur intensité I sur le vecteur tension U (fig. 1).

Par définition, tout courant I qui est en phase avec U est dit courant watté, tout courant I' qui a 90° de retard ou d'avance sur U est dit déwatté (fig. 2).

Donc le courant déwatté excite les circuits magnétiques. Le courant watté produit la puissance active.

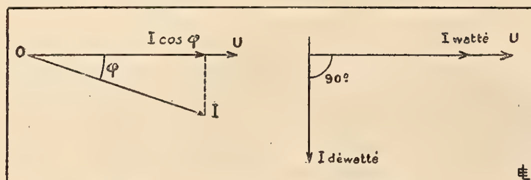


Fig. 1 Fig. 2.

Ces deux définitions vont nous permettre de comprendre dans quelles conditions fonctionne un « condensateur synchrone » c'est-à-dire un moteur synchrone à vide sur un réseau.

Voyons auparavant quelle peut être l'action sur une ligne de transport d'énergie, d'une variation de cos φ.

Nous savons que la perte par effet Joule dans un fil est $p = 3\ R\ I^2$.

R, résistance ohmique d'un fil.

I, courant dans 1 fil.

Si nous remplaçons R et I par leurs valeurs dans l'expression de p nous trouvons :

$$p = \frac{\rho\ l\ P^2\ 10^{-2}}{U^2\ s \cos^2 \varphi}$$

ρ résistivité l, longueur de la ligne, s, section d'un fil, d'où si nous posons :

$$\frac{\rho\ l P^2 10^{-2}}{U^2 \times p} = K, \text{ on a :}$$

$$s = \frac{K}{\cos^2 \varphi}$$

La section d'un fil est inversement proportionnelle au carré du cos φ. Si cos φ est trop petit, s devient exagéré ! C'est alors qu'il faut améliorer cos φ. On y parvient en montant un moteur synchrone tournant à vide.

Voici alors ce qui se passe. Quand on surexcite un alternateur marchant en moteur synchrone à vide, on crée des ampère-tours en excès. Ces ampère-tours passent dans l'entrefer et se retrouvent sur la ligne, sous forme de courant déwatté.

Ce courant-là sera susceptible d'exciter les circuits magnétiques des moteurs asynchrones installés dans l'usine.

La centrale n'aura plus à fournir que du courant watté (tout au moins en théorie). En tous les cas... le courant que cette centrale fournira sera très peu décalé sur la tension. Donc cos φ voisin de 1, inutile de changer la ligne.

Comme on le voit, il ne peut pas être question de récupération de chevaux mécaniques. Un alternateur de 180 HP ainsi utilisé ne fera pas bénéficier l'industriel de 180 chevaux ni même de 50 ni même de 20...

Le but à atteindre était d'améliorer le cos φ.

D'ailleurs puisque l'alternateur fonctionne en moteur synchrone à vide, il empruntera à la ligne du courant watté destiné à produire le couple moteur équilibrant les différents couples de frottements.

En résumé :

Faible emprunt de courant watté.

Restitution appréciable de courant déwatté ou magnétisant.

***

Examinons maintenant l'installation d'un alternateur de 180 HP, 165 kilovolts-ampères, 173 ampères, sur le réseau de l'industriel qui pose la question 776.

Aidons-nous d'un petit schéma (fig. 3).

Il ne peut pas être question de brancher le moteur synchrone en A. La tension est de 5.500 volts.

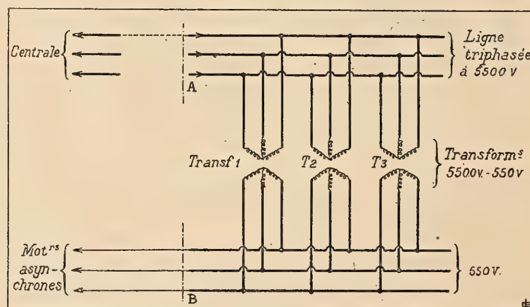


Fig. 3.

Voyons si nous pouvons le brancher en B à la sortie du poste de transformation. D'abord, pour quelle tension a été construit l'alternateur ? Pour 900 volts environ.

Nous allons donc voir de quelle façon il va se comporter si nous le branchons sur un réseau à 550 volts.

J'ai dit que le couple résistant était uniquement dû aux frottements. Il est constant quelque soit U. La vitesse ne varie pas puisqu'elle n'est fonction que de la fréquence.

Sans construire un diagramme de moteur synchrone, nous voyons facilement que le courant watté absorbé par le moteur augmentera légèrement. Si maintenant nous surexcitons convenablement le moteur, nous pourrons améliorer cos φ. Il ne sera même pas nécessaire de le surexciter autant que pour une tension de 900 volts.

Mon modeste avis sur cette question est alors le suivant : 1° Monter l'induit du moteur synchrone en *triangle* si possible. 2° Essayer de monter le moteur synchrone sur les barres omnibus à 550 volts du poste de transformation et le surexciter progressivement et avec précautions.

Pour les raisons données plus haut, il n'est pas question de récupérer des chevaux.

Cette installation n'est profitable que si la centrale a fixé un cos φ au-dessous duquel il ne faut pas descendre ou si pour des raiosns de tarification le client de la centrale veut améliorer son cos φ.

Par ailleurs, un semblable alternateur est assez mal utilisé car les « condensateurs synchrones » c'est-à-dire le moteur synchrone à vide sont d'une construction un peu spéciale (arbre petit, petits balais, très faible entrefer).

Ce procédé très joli et très séduisant en théorie ne peut être utilisé qu'avec sagacité et la plupart du temps il l'est en dépit de tout bon sens. Dans la majorité des cas, les avantages sont minimes. Pierre VIVEAU.

Eclairage de camions automobile.

Je pense intéressant de vous signaler le système d'éclairage électrique pour camion automobile de M. Courtot.

Il se compose d'un petit groupe compact, robuste, ne craignant aucune fausse manœuvre à peine plus encombrant que la magnéto d'allumage ordinaire. Cela me paraît vraiment l'éclairage idéal pour camions, petites voitures et même bicyclettes...

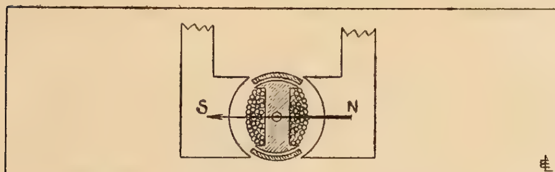


Fig. 1.

Son principe : une magnéto du type bien connu à induit fixe et volets tournants mais construite de telle façon que son voltage est constante quelle que soit la vitesse des volets : on tourne le moteur à la main, les lampes éclairent ; on l'emballe, elles éclairent encore de même sans aucun réglage, sans surtension... Ce résultat est obtenu grâce à la self-induction de la magnéto. — L'armature portant le bobinage (fig. 1) n'est pas complètement fixe, on peut, au moyen d'un levier l'incliner dans un sens ou dans l'autre sur la ligne des pôles ; ce qui a pour résultat de faire baisser le voltage de la magnéto, de mettre les lampes en veilleuses conformément au code de la route.

On peut mettre l'appareil en court-circuit sans aucun inconvénient (le courant ne peut prendre une intensité dangereuse grâce à la self). Mais étant construit pour un voltage et un débit donnés, si, accidentellement (bris d'une lampe) le débit baisse, il faut immédiatement manœuvrer le levier de mise en veilleuse pour éviter aux autres lampes d'être survoltées, ce qui est d'ailleurs aussi simple que de faire fonctionner un avertisseur.

FORNARO.

CARNET DE LA T. S. F.

Essais transatlantiques.

Le Comité français des Essais transatlantiques fait appel à tous les amateurs à l'occasion de la nouvelle série d'essais transatlantiques qui sera effectuée à la fin de l'année courante.

Tous les amateurs peuvent participer à ces expériences, soit en écoutant les transmissions de leurs camarades d'Amérique, soit en émettant eux-mêmes, sans aucune formalité, ni inscription spéciale.

Pour recevoir des renseignements ou instructions utiles, il suffit d'indiquer son adresse à M. le Président du Comité français des Essais transatlantiques, 19, boulevard de la République, à Versailles.

Les longueurs d'onde choisies pour ces essais seront comprises entre 180 et 200 mètres.

Perfectionnement des concerts radiotéléphoniques.

Grâce à une entente avec les pouvoirs publics, la Société Radio-France a pu organiser des envois à distance de concerts véritablement artistiques comprenant des programmes de choix.

Les exécutants se tiendront chaque jour, de 20 h. 45 à 22 heures, 79, boulevard Haussmann, dans une salle spécialement aménagée dont l'acoustique est parfaite. Les microphones qui recevront les ondes sonores seront reliés à l'antenne du poste de Levallois-Perret qui les enverra à travers l'espace.

L'organisation de ces concerts a été confiée à M. Victor Charpentier. Il s'est assuré le concours de M. Archaimbaud, chef d'orchestre de l'Opéra-Comique, et celui de nos meilleurs artistes musiciens et chanteurs.

BIBLIOGRAPHIE

La Chimie des Complexes inorganiques, adaptation française de l'ouvrage de Robert Schwarz, professeur à l'Université de Fribourg-en-Brisgau, par André Juliard. Préface de Marcel Boll, docteur ès sciences (Dunod, éditeur). Prix, 8 francs.

La plupart des livres français qui traitent des métaux sont muets sur la question des complexes ; d'ailleurs, un ouvrage embrassant toute la chimie minérale ne peut nécessairement leur consacrer que les développements succincts. Il y aura dix ans bientôt, G. Urbain, aujourd'hui membre de l'Institut, et le regretté A. Sénéchal ont écrit en collaboration une Introduction à la chimie des complexes qui est maintenant classique. La lecture de ce remarquable traité sera grandement facilitée par le petit livre de Schwarz adapté par Juliar, et les étudiants, qui ne disposent que d'un temps limité, trouveront ici-même une documentation précise sur une branche de la chimie, dont l'importance devient de jour en jour plus considérable. Tous les éléments, — excepté le fluor, les alcalins, les alcalinoterreux et les terres rares, — sont susceptibles de former des composés complexes ; la notion de valence, plus précisément d'électrovalence, a été incapable d'embrasser leur description, et la systématique de Werner a permis des progrès décisifs dans notre connaissance des éléments de faible électroaffinité, c'est-à-dire de ceux qui, dans la classification de Mendéleieff, se situent à peu près à égale distance de deux gaz rares consécutifs.

Avant de choisir son métier ou sa profession, par F. Mauzevin, ingénieur E. C. P., directeur de la Chambre de Métiers de la Gironde et du Sud-Ouest, auteur de la *Rose des Métiers.*

Cet ouvrage d'une centaine de pages illustrées contient les conseils les plus judicieux et les plus autorisés et s'adresse aux *Parents,* aux *Enfants et Jeunes Gens* (*garçons et filles*), aux *Educateurs.*

C'est un guide sûr dans cette entreprise délicate et si grosse de conséquences — non seulement pour l'individu, mais aussi pour la Société — qu'est le choix d'un métier ou d'une profession.

Envoi contre 2 francs en mandat ou timbres, adressés aux Editions Littéraires et Politiques, imprimerie Bière, 18, rue du Peugue, Bordeaux, ou versés au compte chèque postal nº 11-706 à Bordeaux.

Dans un but de diffusion, il sera offert aux maîtres de l'enseignement un numéro spécimen au prix exceptionnel de 1 franc.

Pour l'ajusteur-mécanicien, origine, composition et propriétés des matières premières, recettes, formules, procédés, « trucs » et tours de main du praticien, par A. Lefèvre, constructeur-mécanicien, avec la collaboration de A. Rousset, ingénieur chimiste, et J. de Thellesme, publiciste. Prix, 7 francs.

Le praticien désireux de compléter ses connaissances professionnelles, ne trouve souvent que deux sortes d'ouvrages. Les uns, de lecture facile, ne donnent que des notions élémentaires utiles pour l'amateur, mais déjà connues de l'homme de métier ; les autres, d'un ordre trop élevé, ne sont pas à la portée de ceux qui n'ont reçu qu'une instruction élémentaire.

Le présent livre se distingue nettement de ces deux catégories d'ouvrages ; c'est en quelque sorte le « *carnet* » des notes que tout artisan aurait prises lui-même, pour conserver cent formules et recettes impossibles à fixer en mémoire et cependant indispensables, ainsi que des « tuyaux », tours de main et secrets d'atelier susceptibles d'améliorer le rendement et la qualité de son travail et de lui faciliter l'exécution de nombreux travaux.

TRIBUNE DES ABONNÉS

Notre Tribune est une rubrique de renseignements mutuels ouverte à tous nos abonnés. La Rédaction de l'*Electricien *n'est pas responsable des réponses fournies. Nous prions nos lecteurs de limiter leurs demandes au domaine de la pratique industrielle.

DEMANDES

Nº 814. — Un coupleur triphasé étant étalonné avec de la lumière (cos $\varphi = 1$) sous une charge normale, comment se comportera-t-il sous la même charge avec un décalage donné. Est-il toujours juste ? Comment doit-on tenir compte du décalage et dans *quelle proportion* de façon qu'on puisse étalonner un compteur destiné à un circuit inductif sur de la lumière en tenant compte du cos n de l'installation. Les secteurs avancent les compteurs quand le cos φ est bas, dans quelle proportion et quelle est la loi exacte de variation sans faire intervenir un compteur d'énergie réactive (de sinus).

Nº 815. — Existe-t-il un moyen pratique et simple d'atténuer les variations d'intensité lumineuse sur du courant alternatif à 25 périodes (application à la projection cinématographique).

Nº 816. — Y a-t-il un procédé simple ou un montage approprié peu compliqué pour dans des mesures de puissance au wattmètre dans le cas naturellement d'un travail peu variable de s'arranger à avoir une puissance constante c'est-à-dire le moins de variations possibles de l'aiguille du wattmètre pour faire une mesure juste, quelle que soit l'énergie prise par ce dispositif ?

Nº 817. — Nous avons des perturbations de lumière (oscillations) très importantes dans un point d'une distribution triphasé neutre (transfo-5.700 v. — 190 v.).

Une usine de chocolat avec un grand nombre de moteurs asynchrones (puissance globale = 50 HP environ) paraissait être la cause de ces variation de lumière. Nous fîmes arrêter l'usine : les oscillations cessèrent pour reprendre sitôt après la mise en marche complète de tous les moteurs. Nous changeâmes la ligne par des câbles plus gros, les perturbations se reproduisirent comme avant. A quoi attribuer cela ? Quelle est la cause des perturbations ?

Les différents branchements pour la lumière en cours de route sont équilibrés. Pourrait-on y remédier au moyen de moteurs synchrones synchronisés ou de condensateurs?

Nº 818. — Je prends la succession dans un appartement. Le locataire qui y habitait avant moi était desservi pour la lumière électrique par la compagnie concessionnaire (tarif spécial appelé « lampe populaire » l'abonné paye, tant par 35 watts ou 56 watts et par mois de consommation). Ce locataire est parti sans régler les factures de trois mois de consommation ; or la compagnie me réclame le paiement de ces 3 factures, ou sinon, on me coupe le courant séance tenante. A-t-elle le droit de me supprimer le courant, malgré que je ne sache où trouver le locataire précédent ?

Nº 819. — Je lis dans l'*Electricien* du 15 octobre l'intéressant article de M. Garcin « Synchronisation des moteurs asynchrones ». Le procédé nouveau ne pourrait-il recevoir une application dans le cas suivant qui doit intéresser je crois, nombre d'industriels :

J'ai à l'usine un alternateur 78 KVA 200 volts commandant directement les moteurs de puissances diverses des ateliers ; un second alternateur 37 KVA restant inutilisé la plupart du temps ; nous avons enlevé sa courroie et l'avons remplacée par un moteur électrique de lancement monté avec débrayage afin de l'employer à améliorer le facteur de puissance assez mauvais de l'installation ; le couplage s'opère au moyen de lampes en phases, mais nécessite une certaine habileté de la part de l'opérateur pour que l'accrochage se fasse normalement, il y a quelques ratés qui font naturellement sauter les disjoncteurs et ceci nous fait hésiter à remettre cette machine en route quand une cause accidentelle a provoqué son arrêt lorsque l'alternateur générateur est en charge. Cette machine étant en somme constituée de la même façon que les moteurs synchronisables décrits, sauf toutefois le couplage des enroulements du rotor, serait-il possible de la lancer comme moteur asynchrone et de la synchroniser ensuite en lui retournant progressivement le courant de son excitatrice, ou tout au moins pourrions-nous sans danger, tenter l'épreuve en envoyant le courant sur le stator, et que se passerait-il si nous court-circuitions progressivement l'enroulement rotor, ce circuit unique n'ayant que deux bagues réceptrices du courant de l'excitatrice ? En appliquant avec une variante le procédé dont parle M. Garcin,

ne pourrions-nous pas supprimer la difficulté assez ennuyeuse et délicate de l'accrochage au moyen des lampes ?

N° 820. — Je m'occupe d'une usine d'électricité marchant en continu 3 fils 2 × 120 volts. Un moteur à gaz me donne la force jusqu'à minuit. A ce moment-là une batterie d'accus prend le service jusqu'au matin. Un abonné pourrait-il me donner un schéma pour monter cette batterie en tampon ? ce qui éviterait les variations de lumière à la suite de ratés ou autres fléchissements du moteur.

N° 821. — Ayant du verre à dépolir et à mettre en couleur je désirerais savoir quel acide et couleur il faut employer : ayant essayé l'acide fluorhydrique pour dépolir et la fuschine dissoute dans l'alcool, je n'ai obtenu aucun résultat.

N° 822. — Pourquoi peut-on avoir des courants de HT aux secondaires des réducteurs ou transformateurs d'intensité quand les secondaires fonctionnent à circuit ouvert. Cela peut-il se produire quand ces transformateurs d'intensité sont sur un réseau à B T.

N° 823. — Ayant vu dans un journal que la principale raison de l'emploi du courant continu sur les nouveaux réseaux de chemins de fer électrique était d'éviter les troubles apportés par les transports alternatifs H. T. sur les téléphones. Est-ce bien la raison principale ? N'existe-t-il pas un autre moyen de tourner la difficulté, croisement des fils, écran protecteur, etc.

N° 824. — J'ai un moteur triphasé Alsacienne de 2 HP monté en étoile, marchant à 700 tours minute, rotor non bobinage, stator 36 encoches, 38 spires par section, marche à 1 fil de 18/10, bobine ondulé 27 mètres de fil par section en service sous 25 périodes. Quelles sont les données pour le faire marcher sur un courant de 50 périodes ?

N° 825. — L'installation d'une sonnerie ordinaire en dérivation sur la plus petite de deux résistances électrolytiques en série sur 220 volts continu me donne satifaction sauf l'usure rapide d'une électrode (charbon). A quoi cela tient-il et quel remède y apporter ?

N° 826. — Pourquoi les transformateurs téléphoniques sont-ils à circuit magnétique ouvert ?

N° 827. — Pourrais-je établir avec quelque succès un appareil à interruptions de courant suffisamment rapides pour transformer du 220 volts continu : puissance à recueillir au secondaire sous 2-4 v., 100 w.
Calcul des différents enroulements.
Dimensions et forme du circuit magnétique.

N° 828. — Je désirerais connaître le fonctionnement des alternateurs asynchrones, les variations de vitesses possible et la courbe des intensités suivant ces vitesses. Où existe-t-il des installations de ces alternateurs pour utiliser des petites chutes d'eau, afin d'envoyer le courant produit, à une centrale ? Description du tableau, schéma de l'installation.

Demandes d'adresses de constructeurs.

N° 829. — Un lecteur pourrait-il m'indiquer quelle maison pourrait me fournir des plaques en cuivre jaune de 2 à 5 millimètres d'épaisseur et de différentes surfaces (3 × 3 à 20 × 20 cm.). Pourrait-on me donner des prix ?

N° 830. — Désirerais connaître Maisons fournissant le matériel B. T. de La Société de Louvroil, ou adresse de cette société.

N° 831. — Désirerais avoir adresses de fabricants de porcelaines nues pour petit appareillage électrique, et de vases poreux (nus) pour piles électriques.

N° 832. — Un de vos abonnés pourrait-il me donner l'adresse du fabricant du télérupteur « Le Lutin »? Une réponse me serait agréable par la voie de l'*Electricien*.

N° 833. — Qui pourrait me fournir de la tôle spéciale à moteur par cent kilogs ?

N° 834. — Qui pourrait me renseigner où je pourrais trouver transformateur $\frac{100 \text{ v.}}{80 - 4 \text{ et } 5 \text{ v.}}$ 25 périodes ainsi que le poste complet indiqué dans votre numéro du 1er septembre, carnet de T. S. F.

RÉPONSES

Nos 761 et 770 R. — Indiquer le débit moyen de votre déversoir ; pour cela il faut établir un barrage suivant croquis figure 1.

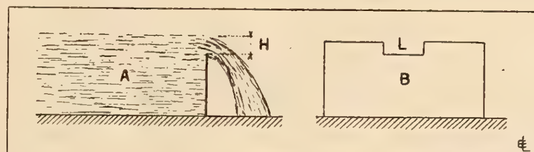


Fig. 1.

Barrer le cours d'eau avec un barrage figure B, laisser une échancrure de 1 mètre L, et mesurer la hauteur H, figure A. Je pourrais vous donner tous renseignements concernant votre cas. E. Coutin, Pont-Neuf, Annecy, Haute-Savoie.

N° 776 R. — Voyez note, p. 524.

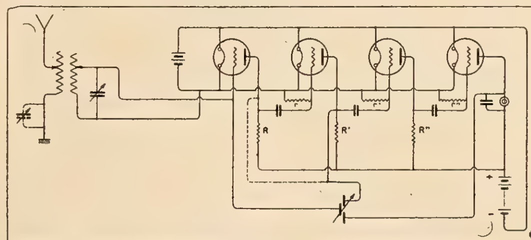


Fig. 2.

N° 777 R. — Oui, évidemment cela est possible. Il nous semble qu'avec poste à quatre lampes vous pouvez employer le schéma de montage (fig. 2) : comportant : antenne Tesla, quatre lampes H. F., amplificateur à résistance, la dernière lampe détectant, condensateur de réaction permettant réaction sur deuxième ou quatrième lampe et possibilité de marcher en autodyne, ou amplification par réaction (avant limite de réglage produisant l'entretien).

N° 787 R. — Si votre compteur est un compteur ordinaire de 10 ampères et si la tension à laquelle il a été étalonné est bien celle du réseau sur lequel il fonctionne, il faut multiplier ses indications par le rapport $\frac{800}{10}$, c'est-à-dire par 80.

E. François.

N° 787 R. — Oui, la chose est généralement possible. Les bobines série du compteur doivent être mises en série avec celles du wattmètre et les secondaires des transformateurs d'intensité, phase par phase. Il est important de ne pas faire d'erreurs de montage et de ne pas laisser à circuit ouvert les secondaires des transformateurs d'intensité. Vous pourrez vous assurer du bon fonctionnement de l'ensemble en comparant les indications du wattmètre avec celles du compteur (ces dernières devront être multipliées par 80). L'adjonction du compteur aura pour résultats de relever la température des transformateurs d'intensité et de modifier le rapport de transformation mais ces deux effets sont généralement négligeables.

Les *tubes en laiton* s'oxydent moins que les tubes en tôle plombée, surtout au contact du plâtre. De plus, ils sont tout indiqués quand on fait passer chaque conducteur dans un tube séparé ; le laiton n'étant pas magnétique, il n'a pas d'influence sur la self de la ligne.

Les tubes isolés généralement employés et formés d'un tube isolant recouvert d'une feuille métallique mince ne sont pas pratiquement étanches, surtout aux joints ; exposés à la pluie, ils peuvent se remplir d'eau. Il vaut mieux, pour l'extérieur, employer des tubes en acier épais, émaillés intérieurement qui se travaillent et s'assemblent comme les tubes en fer employés en chauffage central. Les joints sont vissés avec interposition de céruse. C'est assez coûteux, mais plus solide que le « sous-plomb ». Il est indispensable de mettre tous les conducteurs d'une même ligne dans le même tube.

L. Bescond.

N° 790 R. — Il est préférable de faire l'installation avec fils émaillés tendus sur taquets genre Métropolitain. Le tube tôle plombée même recouvert de deux couches de minium ne résiste pas longtemps aux acides. E. R.

792 R. — Un électro-aimant ne peut *renforcer les aimants d'une magnéto* mais il leur restitue leurs qualités primitives si elles ont été altérées par le temps, par les vibrations, par la chaleur. L. Bescond, 67, rue de Paris, à Clamart, peut vous fournir à très bon compte le croquis de l'appareil et les caractéristiques du bobinage.

N° 793 R. — Un fort court-circuit peut provoquer le désamorçage. Vous devriez supprimer l'interruption sur l'excitation. L'extra-courant de rupture peut griller les inducteurs et inverser la polarité de l'aimantation rémanante si celle-ci est faible. E. R.

N° 793 R. — Il faut attribuer les accidents de désamorçage de votre dynamo à l'interrupteur qui se trouve placé sur son excitation et qui permet de couper brusquement le circuit d'excitation. En pratique, il ne faut jamais couper brusquement le circuit shunté d'une dynamo et si ce circuit doit être coupé au moment de l'arrêt il ne doit l'être que progressivement par le rhéostat de champ, autrement on risque de perforer les isolants des bobines, par suite de la surtension produite au moment de l'ouverture de l'interrupteur. Il peut arriver aussi que par suite de la réaction d'induit, si la dynamo est restée en circuit, la polarité du magnétisme rémanant se trouve changée ou encore diminuée dans une assez grande proportion pour empêcher l'amorçage normal au moment de la remise en service. En supprimant l'interrupteur et en ne coupant pas le circuit d'excitation, vous n'aurez plus ces inconvénients à craindre et votre dynamo marchera normalement.

B. Corcevay.

N° 813 R. — Vous trouverez des cellules de sélénium et renseignements en vous adressant de notre part à la Société des Etablissements Ancel, 34, rue de Liége, Paris.

N° 814 R. — Les compteurs d'induction comportent tous deux réglages différents pour le fonctionnement avec un facteur de puissance égal à 1 et pour le fonctionnement avec un cos φ variable. J'ai décrit ce dernier genre de réglage dans un article de l'*Electricien* : « Réglage des compteurs d'induction en courant déphasé. » N°s 1298 et 1299, 15 avril et 1er mai 1922. Je vous prie de vous reporter à cette description. Les compteurs triphasés à plusieurs électros comportent les deux réglages précités sur chacun des électros.

Un compteur réglé pour fonctionner sur une installation non inductive, n'est donc pas forcément exact quand le cos φ diminue, s'il n'a pas été également réglé pour cela, et on ne peut absolument rien dire sur son fonctionnement probable. On ne peut pas régler sur une installation de lumière un compteur destiné à fonctionner sur circuit inductif, mais on peut le régler sur place, à l'aide d'un wattmètre, en faisant fonctionner l'utilisation normalement.

Pour tous les compteurs modernes ACT^IV^ BT.R^III^, etc., les constructeurs règlent ces compteurs selon le désir de leurs clients et sauf accident, le réglage sur circuit inductif n'a pas de raison d'être retouché, seules les parties frottantes (pivot, rubis, contre pivot, minuterie) peuvent s'user au bout d'un long usage et cette usure n'affecte que la marche aux petits débits du compteur ; un entretien régulier des appareils permettra de corriger facilement ces défectuosités.

Si certains secteurs font avancer les compteurs pour un fonctionnement avec un cos φ très bas, ce ne peut être qu'en vertu d'une formule de tarification spéciale de l'énergie électrique tenant compte du facteur de puissance de l'utilisation. (Tarification Ricardo Arno, par exemple). L'examen de la formule utilisée vous permettra de rechercher la loi exacte du réglage des compteurs en fonction de cos φ. Cette méthode a été abandonnée presque partout en France. On préfère mesurer avec exactitude l'énergie active, et majorer ou minorer les factures à payer selon des règles tenant compte de l'angle φ.

N° 816 R. — Vous ne pouvez évidemment faire des mesures justes qu'autant que vos appareils de mesure suivent avec exactitude toutes les variations de l'énergie prise par l'utilisation. Tout dispositif d'amortissement du côté des mesures serait à rejeter, la seule méthode consiste à faire des mesures de courte durée avec beaucoup d'exactitude en faisant son possible pour que, pendant la durée des mesures, la charge reste constante. Si tout cela est impossible à obtenir, un opérateur suivra avec attention les mouvements de l'aiguille, s'ils ne sont pas trop rapides, et notera un grand nombre de points, en même temps il lira sur un chrono de précision le temps de fonctionnement correspondant aux points notés sur le wattmètre, on fera ensuite une sommation de toutes les énergies partielles.

E. François.

N° 817 R. — Pour atténuer les variations de l'intensité lumineuse des lampes alimentées sur un réseau alternatif à 25 périodes, le mieux est d'utiliser des lampes à bas voltage : 12, 25 ou 30 volts au plus, on les alimente au moyen d'un petit transformateur abaisseur. Pour obtenir la même intensité lumineuse, une lampe à bas voltage a un fil plus gros qu'une à voltage élevé, dans ces conditions, la masse du fil s'échauffe et se refroidit moins vite, et joue en quelque sorte le rôle analogue à celui d'un volant d'un organisme mécanique. Ce dispositif est très souvent utilisé.

Le Gérant : L. De Soye

PARIS. — L. DE SOYE, IMPRIMEUR, 18, RUE DES FOSSÉS-S.-JACQUES, V^e^.
Téléph. 806-44

38e Année. — N° 1313 1er Décembre 1922

L'ÉLECTRICIEN

Rédacteur en chef : L.-D. FOURCAULT

HOUILLE BLANCHE ET TRACTION ÉLECTRIQUE

L'électrification du réseau du Midi.

(suite [1])

Notre précédent article a montré le magnifique effort réalisé par les « Constructions électriques de France » pour édifier en moins d'un an les puissantes usines de Tarbes, d'où sortent les premières locomotives électriques à 1500 volts continu. Nous donnons ici les caractéristiques de ces machines et des installations de traction.

LOCOMOTIVE A DOUBLE BOGIE, 1.400 HP, TYPE MIDI.

Les figures ci-contre (fig. 7 à 11) montrent les différents aspects de la locomotive à courant continu 1.500 volts adoptées par la Compagnie du Midi, et construite par " Les Constructions Electriques de France " dans ses nouvelles usines, près Tarbes.

Du type à double bogie et à adhérence totale elle est munie d'un équipement à unités multiples et convient parfaitement à la traction des trains de marchandises et des trains omnibus à arrêts fréquents. Elle servira également à la traction des express sur les parcours à fortes pertes. Son poids total est de 72 tonnes, soit 18 tonnes par essieu, la machine étant rigoureusement symétrique. En particulier, les bogies moteurs sont de tous points identiques, chacun d'eux comprend deux moteurs suspendus par le nez, d'une puissance unihoraire de 350 HP chacun. La puissance de la machine en service continu est de 1.000 HP et l'effort de traction de 15 tonnes. La vitesse maximum est voisine de 90 kilomètres à l'heure.

La machine présente dans son ensemble et ses détails quelques particularités remarquables : en particulier, la caisse est entièrement indépendante des châssis des bogies par l'intermédiaire d'équilibreurs élastiques, ce qui favorise grandement la stabilité de l'ensemble et la « tenue » de la machine sur la voie.

Les moteurs à ventilation forcée, attaquent les essieux par deux trains d'engrenages à simple réduction, à raison d'un train d'engrenages à chaque extrémité de l'arbre moteur. Leurs inducteurs peuvent être shuntés, et le shuntage peut atteindre 60 % sans nuire en quoi que ce soit à la commutation qui reste parfaite, ce point est définitivement établi à la suite des essais pratiques effectués avant la passation des marchés de fourniture.

(1) Voir *L'Electricien* du 15 Novembre 1922.

Les contacteurs sont actionnés mécaniquement par un arbre à cames commandé par un moteur électrique, sur lequel agit le controller en service (contrôleur de tête de la locomotive ou rame de locomotives). Grâce à cette disposition, la séquence correcte des manœuvres est obligatoirement respectée et le schéma général se trouve grandement simplifié par suite de la suppression des nouveaux circuits nécessaires aux enclenchements des contacteurs. Cette disposition est d'ailleurs presque universel-

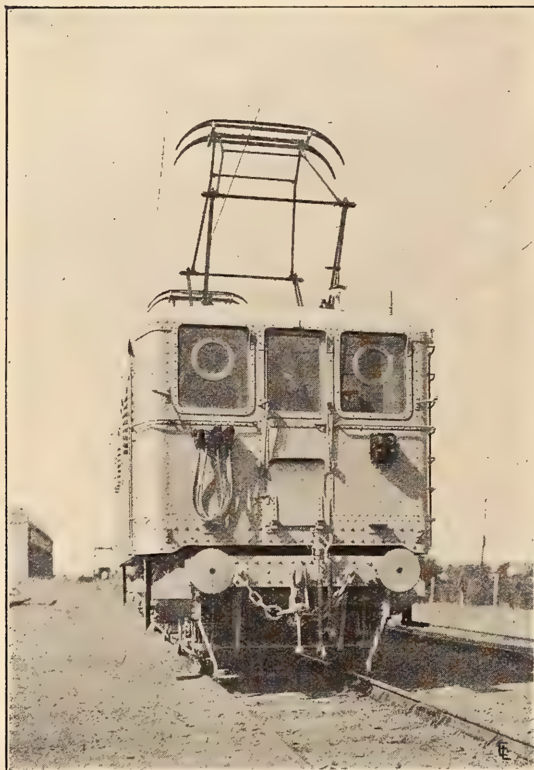


Fig. 7. — Vue avant de la locomotive

lement adoptée sur les grosses locomotives électriques des constructeurs étrangers les plus expérimentés. L'inversion de la marche du moteur-pilote est effectuée automatiquement par le jeu du controller, quand le mécanicien ramène sa manette en arrière. Les circuits du controller et du contacteur sont alimentés sous la tension de 120 volts, au moyen d'un convertisseur de 72 kw. utilisant directement le courant de traction à 1.500 volts, le mécanicien est donc soustrait à tout risque de contact avec le courant H. T. Le convertisseur alimente également tous les services auxiliaries de la machine : éclairage, chauffage, moteur des compresseurs, etc... Le groupe comporte en outre une dynamo servant à l'excitation des moteurs dans la marche en récupération.

Les moteurs principaux sont à ventilation forcée : les ventilateurs nécessaires, soit un par bogie, sont calés sur l'arbre même du convertisseur-réducteur de tension ; ce groupe est placé au milieu de la machine sur le plancher de la caisse, et les groupes moto-compresseurs sont placés de part et d'autre, aux deux extrémités. L'ensemble est parfaitement accessible et laisse l'intérieur de la machine très dégagé, avec de larges couloirs de circulation autour des groupes (voir fig. 11). Les conducteurs des divers circuits sont parfaitement abrités et protégés, et néanmoins parfaitement accessibles. Enfin le groupe auxiliaire est muni d'un démarreur automatique.

Lorsque le train comporte plusieurs locomotives



Fig. 8. — Usinage des moteurs de traction (ateliers de Tarbes, C.E.F.)

fonctionnant en unités multiples, les circuits basse tension des divers groupes convertisseurs peuvent être couplés en parallèle au moyen d'interrupteurs prévus dans ce but.

Le problème de la marche en récupération a été spécialement étudié pour ces machines, fréquemment appelées à fonctionner dans ces conditions sur le réseau du Midi, qui comporte de nombreuses et fortes pentes.

Les locomotives que nous venons de décrire ont une puissance unihoraire de 2.250 HP. Les *automotrices* type Midi comportent des dispositions semblables, mais leur puissance n'est que de 700 HP. En outre, elles ne sont pas équipées pour la récupération, mais possèdent des crans de freinage rhéostatiques.

La Compagnie du Midi a en outre mis à l'étude pour le service des trains express des locomotives à grande vitesse, pouvant atteindre 120 kilomètres à l'heure. Deux de ces machines, d'un type entièrement nouveau, sont en construction.

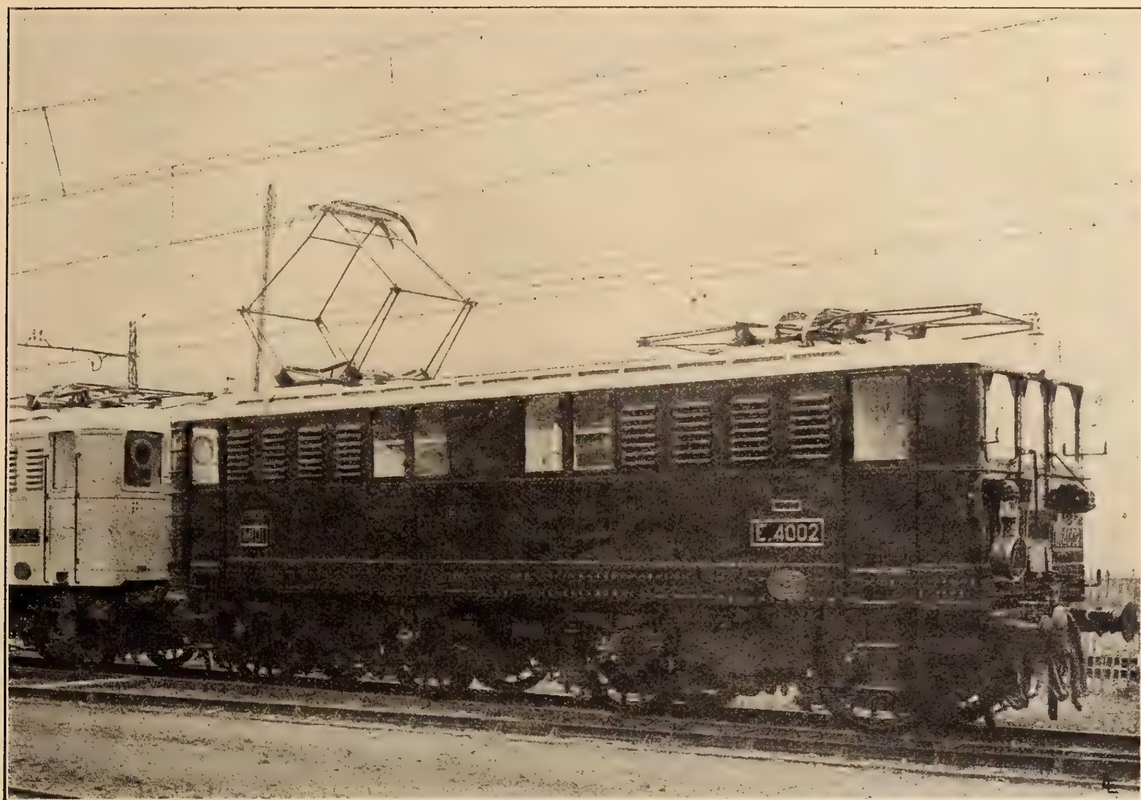


Fig. 9. — Vue de la locomotive type Midi, courant continu 1500 volts, des *Constructions Electriques de France.*

RÉSEAU D'ALIMENTATION

Le courant destiné à alimenter les voies électrifiées est produit en courant triphasé 50 périodes par diverses usines hydro-électriques des Pyrénées. Les deux usines de Soulom et Eget, déjà en service, sont équipées pour des puissances respectives de 21.000 et 35.000 chevaux. Un groupe de 3 installations dans la vallée d'Ossau fournira 130.000 chevaux, et un dernier groupe de 3 usines sur l'Ariège sera équipé pour 100.000 chevaux. Toutes ces usines fourniront le courant à 60.000 volts aux lignes de distribution du chemin de fer. Une partie du courant sera d'ailleurs élevée à 150.000 volts pour le transport à grande distance.

Le réseau de transport de force à 150.000 volts, qui est en cours d'exécution, comprend les lignes suivantes :

Laruns-Bordeaux, 249 kilomètres, ligne double.

Lannemezan-Toulouse, 113 kilomètres, ligne simple.

Ax-les-Thermes-Toulouse, 110 kilomètres, ligne double.

Une ligne simple Pau-Lannemezan, de 71 kilomètres, assurera la mise en parallèle des différents groupements.

Chacune de ces lignes à 150.000 volts est constituée par 3 câbles de cuivre de 143 millimètres carrés de section, supportés par des chaînes de 9 isolateurs en porcelaine du type assiette. Les supports sont des pylônes métalliques en treillis de 20 mètres de hauteur espacés de 200 mètres.

Des postes abaisseurs du type en plein air, situés à Dax, Bordeaux et Toulouse, abaisseront le courant de 150.000 à 60.000 volts, tension du réseau longeant les voies ferrées. Ces trois postes comporteront en outre des moteurs synchrones agissant comme compensateurs de phase et régularisant la tension aux bornes d'arrivée. La puissance unitaire des transformateurs sera de 6.660 kilowatts.

La ligne à 60.000 volts, constituée par 3 câbles de cuivre de 100 millimètres carrés de section, est généralement montée sur les poteaux qui supportent la ligne de contact. Celle-ci, qui est aérienne du type à double caténaire comprend un câble porteur

de 80 millimètres carrés en acier auquel est suspendu tous les 9 mètres un fil de cuivre de 100 millimètres carrés constituant le porteur auxiliaire. Celui-ci supporte, au moyen de petits pendules courts et rigides, le fil de travail en cuivre rainuré de 100 millimètres carrés. Les portées sont de 90 mètres en alignement droit et varient de 45 mètres à 60 mètres dans les courbes.

Des *sous-stations de traction* sont échelonnées à des distances variant entre 13 et 31 kilomètres suivant le profil des voies ferrées, de façon que la chute de tension en ligne ne dépasse pas 20 % en service normal. Le courant triphasé à 60.000 volts s'y trouve, après abaissement, converti en courant continu à 1.500 volts servant directement à la traction. Pour l'équipement des premières lignes électrifiées, on a mis en comparaison trois systèmes : commutatrices à 1.500 volts directs, groupes de 2 commutatrices à 750 volts en série, redresseurs à vapeur de mercure à 1.500 volts. Le tableau p. 533 donne les caractéristiques des sous-stations de la section Dax-Toulouse et embranchements.



Fig. 10. — Vue de la cabine du wattman.

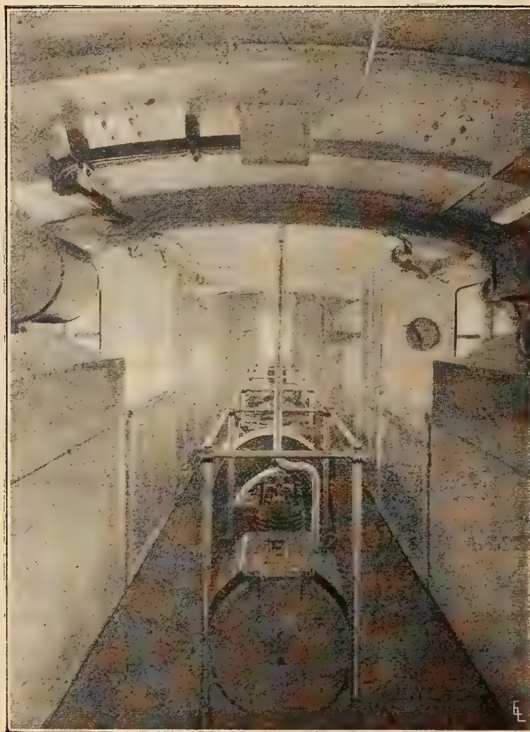


Fig. 11. — Vue intérieure de la locomotive.

DISPOSITIFS DE PROTECTION ÉLECTRIQUE

La protection contre les surintensités et surtensions des réseaux a fait l'objet de mesures particulières : sur les réseaux à 150.000 et 60.000 volts on a prévu un système de protection sélectif au moyen de disjoncteurs à maximum. Les lignes à 1.500 volts sont protégées de même à leur entrée dans les sous-stations. Les lignes à 150.000 volts sont munies d'un fil de terre et de parafoudres électrolytiques.

Les points neutres des circuits triphasés sont mis à la terre. Dans les circuits à 60.000 volts sont installés, en avant des appareils à protéger, des amortisseurs d'ondes consistant en combinaisons de bobines de self et de condensateurs en mica, et des déchargeurs composés d'une bobine de self à noyau de fer aboutissant à la terre. Des mesures de protection spéciales ont été prises pour protéger les circuits voisins contre les effets d'induction. Il faut remarquer, en effet, que les supports de la caténaire portent en même temps les feeders à courant continu, la ligne à 60.000 volts, et sur certains par-

cours une ligne triphasée à 10.000 volts servant à l'alimentation des gares pour l'éclairage et la force motrice. La protection anti-inductive est réalisée par des rotations régulières sur chaque ligne triphasée : pour les lignes à 150.000 volts, on effectue un tour complet entre 2 pôles consécutifs et pour les lignes à 60.000 volts, 1/3 de tour tous les kilomètres.

Equipement des sous-stations de la ligne Dax-Toulouse et embranchements.

EMPLACEMENT DES SOUS-STATIONS	TYPE DES CONVERTISSEURS	NOMBRE ET PUISSANCE UNITAIRE DES GROUPES
Dax	Groupe de 2 commutatrices 750 volts en série	2 groupes de 1.500 kw.
Puyoo	*id.*	3 × 1.500 kw.
Lacq	*id.*	1 × 1.500 kw.
Pau	Redresseurs à mercure	3 × 1.200 kw.
Coarraze-Nay	Commutatrices à 1.500 volts	3 × 750 kw.
Lourdes	Redresseurs à mercure	3 × 1.200 kw.
Soulom	Groupe de 2 commutatrices 750 volts	1 × 1.000 kw.
Tarbes	Redresseurs à mercure	3 × 1.200 kw.
Bagnères	Groupe de 2 commutatrices 750 volts	1 × 1.000 kw.
Tournay	Commutatrices à 1.500 volts	4 × 750 kw.
Lannemezan	Redresseurs à mercure	4 × 1.200 kw.
Arreau	Groupe de 2 commutatrices à 750 volts	1 × 1.000 kw.
Montréjeau	Redresseurs à mercure	3 × 1.200 kw.
Luchon	Commutatrices à 1.500 volts	2 × 1.000 kw.
Labarthe-Inard	Groupe de 2 commutatrices à 750 volts	1 × 1.500 kw.
Cazères	*id.*	2 × 1.500 kw.
Empalot	*id.*	4 × 1.500 kw.
Longages	*id.*	1 × 1.500 kw.

Sur la locomotive, la protection est réalisée par un *absorbeur d'ondes*, système Capart, branché aux bornes de chaque moteur. Le dispositif comprend un condensateur en mica de grande capacité, shunté par une résistance de décharge constituée par des filaments de carbone dans le vide. Cet appareil est destiné à absorber les "*flashes*" qui peuvent se produire au moment des courts-circuits ou des variations brusques de régime.

Les groupes à 1.500 volts des sous-stations, commutatrices ou redresseurs à mercure, sont protégés par une bobine de self en série sur chaque départ, et par une dérivation à la terre composée d'un condensateur shunté par une résistance.

LES SOUS-STATIONS DE LA LIGNE PAU-MONTRÉJEAU

La ligne de Toulouse-Bayonne des chemins de fer du Midi, comprend dans le tronçon Pau-Montréjeau (qui sera le premier électrifié) sept sous-stations, équipées par la Compagnie Electro-Mécanique et échelonnées sur une distance de 110 kilomètres.

Celles-ci sont de deux types très différents, mais sont d'un égal intérêt par le matériel qu'elles comportent. Les deux sous-stations de Coarrazenay et de Tournay, alimentent la ligne de traction à l'aide de commutatrices donnant directement du courant continu à 1.500 volts ; au contraire, les cinq sous-stations de Pau, Lourdes, Tarbes, Lannemezan et Montréjeau, sont munies de redresseurs à vapeur de mercure.

Les commutatrices à 1.500 volts (trois à Coarraze-Nay, quatre à Tournay) sont les premières de cette tension mises en service en France. D'une puissance nominale de 750 kilowatts, elles sont susceptibles de très fortes surcharges pour parer aux divers à-coups inévitables qui se produisent sur les réseaux de traction. Les sous-stations sont alimentées par du courant triphasé à 60.000 volts venant des usines d'Eget et de Soulom. L'équipement électrique et les lignes de la section Pau-Montréjeau ont été exécutés par « l'Electro-Entreprise », qui a mené rapidement à bien cette importante entreprise.

Le démarrage des commutatrices se fait du côté alternatif, par un moteur à accouplement élastique. La mise en synchronisme est effectuée par lampes de phase, ou automatiquement en insérant pendant le démarrage une self de synchronisation dans le circuit principal du côté alternatif. Par ce procédé, la commutatrice a pu, en essais, démarrer et atteindre le synchronisme en 70 secondes. Il suffit, après débrayage du moteur de démarrage, de shunter ladite bobine de synchronisation.

***

Les essais de la première commutatrice à 1.500 volts effectués aux ateliers Brown-Boveri, ont été particulièrement intéressants. Les essais de durée et de surcharge ont été effectués sous des tensions allant jusqu'à 1.800 volts. Les pertes totales à vide, y compris celles du moteur de démarrage, ont été de 33 kW. Rapportées à la puissance de 1.200 kW, qui peut être débitée de manière continue par la commutatrice, les pertes à vide se montent à 2,75 %, chiffre vraiment peu élevé pour un convertisseur rotatif.

Comme essai de récupération, la commutatrice fut connectée, du côté continu, en parallèle avec 2 génératrices, les variations de charge étant produites par modification de l'excitation de ces

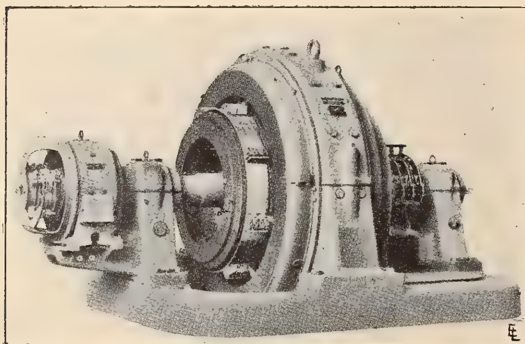


Fig. 12. — Commutatrice de 750 kW, à 1.500 volts continu.

machines. Enfin cette première commutatrice reçut plus de 150 courts-circuits effectués au moyen de disjoncteurs spéciaux à rupture rapide. On a pu ainsi exécuter plus de 20 courts-circuits directs, à des intervalles de 60 secondes environ, sans que les étincelles au collecteur, ou *flash*, aient provoqué un danger ou une détérioration.

Quant aux redresseurs à vapeur de mercure dont sont équipées différentes sous-stations, ils sont d'un type spécial pour courant continu H. T. Les groupes sont de 2 cylindres de ce type pour une puissance de 1.200 kW.

Les redresseurs à vapeur de mercure sont des machines d'une application récente, qui sont appelées à jouer un rôle primordial dans la transformation du courant alternatif haute tension en courant continu (1). Basés sur le principe de la lampe à vapeur de mercure dans le vide, les redresseurs ne comportent aucune partie tournante, et de ce fait, sont d'un entretien extrêmement simple. Les unités qui sont placées dans les diverses sous-stations ci-dessus mentionnées (à raison de trois ou quatre par sous-station) sont chacune d'une puissance de 1.200 kilowatts. Grâce à leur faible encombrement. elles ont trouvé leur place sans nécessiter d'importants travaux de maçonnerie dans les anciennes sous-stations établies pour fournir aux premières automotrices des chemins de fer du Midi, du courant monophasé de 10.000 volts.

(1) Voir *l'Electricien* du 15 mars 1922 : Les redresseurs à vapeur de mercure, par E. Vachet.

Pour l'inauguration du tronçon de ligne Pau-Lourdes, le courant continu a été fourni par la sous-station de commutatrices de Coarraze-Nay et celle de redresseur à vapeur de mercure de Lourdes. Le Ministre et les hautes personnalités qui l'accompagnaient ont été reçus aux sous-stations par M. Ferrand, président du Conseil d'administration de la Compagnie Electro-Mécanique et M. Schwarberg, directeur général. Les visiteurs parmi lesquels se trouvaient pour la plus grande partie, les ingénieurs français les plus compétents en matière de traction et d'électricité, ont parcouru, sous la conduite des Ingénieurs de la Compagnie Electro-Mécanique, et examiné avec le plus grand intérêt ces installations dont le montage encore partiellement inachevé, avait été poussé très rapidement ces dernières semaines pour permettre la cérémonie d'inauguration.

C'est également la Compagnie Electro-Mécanique qui est chargée des grands postes de transformation à 150.000 volts que la Compagnie des chemins de fer du Midi établit pour transporter l'énergie des des chutes d'eau des Pyrénées jusqu'au delà de Toulouse et de Bordeaux, travaux dont l'achève-est prévu pour l'an prochain.

L.-D. Fourcault.

CORRESPONDANCE

Nous nous faisons un plaisir d'insérer la lettre suivante :

J'ai lu avec grand intérêt, dans *l'Electricien* du 1er novembre, l'article de M. Carlier-Mayer sur la traction ; je crois qu'une solution qui pourra devenir très intéressante est celle de la locomotive thermo-électrique comportant un ou des groupes électrogènes à gaz, alimentés par des gaz combustibles emmagasinés sous haute pression dans des récipients en acier placés dans le tender ; le rechargement de ces récipients se faisant en quelques minutes à des stations de fabrication et de compression de gaz établies le long des voies à des distances de quelque 150 ou 200 kilomètres.

Cette solution me paraît devenir d'autant plus avantageuse, à la suite des procédés étudiés par M. Sabatier, permettant de transformer le gaz à l'eau en gaz à grand pouvoir calorifique, et permettant également la production, au moyen d'huiles lourdes minérales ou d'huiles végétales de gaz ayant des pouvoirs calorifiques allant jusqu'à 15.000 calories au mètre cube.

J'ai l'avantage de vous envoyer inclus notice où vous trouverez pages 6 et suivantes, renseignements sur cette question que j'avais déjà présentée en 1917 dans *l'Automobile aux Armées.*

L. Neu,
Ancien élève de l'Ecole Polytechnique, Ingénieur-Conseil.

RÉSEAUX

Calcul des lignes aériennes au point de vue mécanique.

Les règlements techniques imposent pour l'établissement des réseaux de distribution des calculs justificatifs faisant ressortir le coefficient de sécurité de tous les éléments. La présente note étudie les conditions satisfaisant aux prescriptions du règlement.

Les conducteurs en bronze siliceux peuvent être calculés à l'aide des abaques ou par l'équation de M. Blondel, pour satisfaire aux hypothèses imposées par les règlements français. (Arrêté du 30 juillet 1921.)

Hypothèse A. (Régime d'été). — A la température moyenne de la région, soit, en général, + 15°C; vent horizontal de 120 kg. par mètre carré de surface plane ou de 72 kg. par mètre carré de section longitudinale des conducteurs de section circulaire. (Article 6.)

Hypothèse B. (Régime d'hiver.) — A la température de la région, soit, en général, — 15°C, vent horizontal de 30 kg. par mètre carré de surface plane ou de 18 kg. par mètre carré de section longitudinale des conducteurs de section circulaire. (Article 6.)

Hypothèse C. (Condition de pose.) — A la température + 10°, vent de 0 kg.

Les coefficients de surcharge M_a et M_b correspondant aux hypothèses A et B peuvent être calculées de la façon suivante :

Soient :

s, la section de la ligne en mm²,

d, le diamètre de la ligne en mm.,

p, le poids du câble en kg. par mètre courant,

δ, la densité du métal employé (8,9 pour le bronze siliceux),

s_c, la section longitudinale par mètre courant du câble,

p_v, la pression du vent en kg. par mètre courant du câble.

La section longitudinale d'un mètre courant est égale à $s_c = d \times 1.000$ mm².

$pv_a = s \times 72.\overline{10}^6$ kg. par mètre courant.

$p_a = \sqrt{p^2 + pv_a{}^2}$ kg.

Le coefficient $M_a = \frac{p_a}{p}$ et le coefficient $M_b = \frac{p_b}{p}$

$p_{vb} = s.18 \times \overline{10}^6$ kg. par mètre courant.

$p_b = \sqrt{p^2 + p^2_{vb}}$ kg.

Prenons un exemple numérique. Soit :

$s = 25$ mm²,

$d = 6{,}5$ mm²,

$p = 0{,}233$ kg. par mètre courant,

$\delta = 8{,}9$.

La section longitudinale d'un mètre courant sera égale à :

$s = 6{,}5 \times 1.000 = 6.500$ mm²,

$p_{va} = 6.500.72.10^6 = 0^k{,}468$ par mètre courant,

$p_a = \sqrt{p^2 + p^2_{va}} = \sqrt{0{,}233^2 + 0{,}468^2} = 0{,}523$

$M_a = \frac{p_a}{p} = \frac{0{,}523}{0{,}233} 2{,}24,$

$p_{vb} = 6.500.18.10^6 = 0{,}117,$

$p_b = \sqrt{p^2 + p^2_{vb}} = \sqrt{0{,}233^2 + 0{,}117^2} = 0{,}24,$

$M_b = \frac{p_b}{p} = \frac{0{,}240}{0{,}233} = 1{,}03.$

Si nous désignons par L la portée réelle entre deux supports consécutifs, les portées fictives correspondantes aux hypothèses A, B, C, seront :

$L_a = L\,M_a,$

$L_b = L\,M_b,$

$L_c = L\,M_c$ (M étant dans ce cas égal à 1).

Remarque. — A chaque portée L_a et L_b correspondent deux flèches f_a' et f_b' trouvées d'après l'abaque mais qui, cependant, sont fictives; les flèches réelles seront :

$$f_a = \frac{f_a'}{M_a} \quad \text{et} \quad f_b = \frac{f_b'}{M_b}.$$

Coefficient de sécurité. — L'article 6 (alinéa 2 de l'arrêté du 30 juillet 1921) dit que :

A. — Dans les ouvrages de distribution et d'alimentation de deuxième catégorie, le coefficient de sécurité, dans les parties de la distribution établies longitudinalement au-dessus du sol des voies publiques, doit être au moins égal à 3.

B. — Dans les parties des mêmes ouvrages établies dans les agglomérations ou traversant les voies publiques, ainsi que dans les parties des gares et stations accessibles au public, la valeur du coefficient de sécurité est portée au moins à 5.

C. (art. 23). — Le coefficient de sécurité de l'installation dans la traversée des cours d'eau navigables et des canaux de navigation est au moins égal à 5, et pour la traversée des autres rivières du domaine public au moins égal à 3.

Le même coefficient est applicable aux installations faites sur la dépendance des cours d'eau et des canaux qui ne sont pas ouverts à la circulation publique, et, en particulier, sur les emplacements réservés au halage.

D. (article 25, alinéa 8). — Le coefficient de sécurité de l'installation constituant la traversée est au moins égal à 5 pour les organes de supports et pour les maçonneries de fondation, sans tenir compte de la poussée des terres, et à 10 pour les conducteurs.

Dans l'hypothèse de la rupture de tous les conducteurs placés d'un même côté, le coefficient de sécurité de l'installation, y compris le haubannage, s'il y en a, doit être au moins égal à l'unité, sans tenir compte de la poussée des terres.

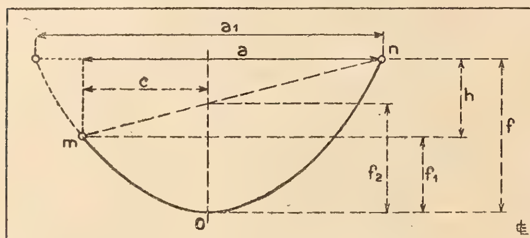


Fig. 1.

Admettons que le coefficient du bronze siliceux soit $\alpha = 10 \times \overline{10}^6$ et que le coefficient d'allongement du métal $= 78 \times \overline{10}^6$.

On sait que la tension T_o en kg. correspondante au régime de pose agissant sur le câble au *point le plus bas* de la chaînette est donnée par l'équation :

$$T_o = \frac{pa^2_1}{8f}$$

a_1 étant la portée en mètres et f la flèche en mètres (fig. 1),

La flèche f est donc égale à :

$$f = \frac{pa^2_1}{8T_o}$$

Lorsque les points d'appui ne sont pas au même niveau et si C est la distance entre le point le plus bas du fil et l'appui inférieur, on a :

$$C = \frac{Lf_2 - h}{8f^2} \times a.$$

La valeur de f_1 est donnée par l'expression :

$$f_1 = \frac{c^2 h}{a^2 - 2ac}$$

d'où $\quad hc^2 + 2f_1 ac - f_1 a^2 = o$

et finalement :

$$c = \frac{-f_a + \sqrt{f^2_1 a^2 + hf_1 a^2}}{h} = \frac{-f_1 a + a\sqrt{f_1^2 + 4f_1}}{h}$$

L'effort au point le plus bas est :

$$T_o = p\frac{a - 2c}{2h}.a.$$

L'effort à l'appui inférieur $T_m = T_o + pf_1$.

L'effort à l'appui supérieur $T_n = T_o + p(f_1 + h)$.

Ces formules ne concernent que le cas où les fils ne sont soumis qu'à leur propre poids de cuivre (hypothèse C).

Application numérique.

Prenons :

$a = 20$ mètres.

$s = 55$ mm².

$h = 5$ mètres.

$f_1 = 0^m,50$.

$p = 0,4986$ kg. par mètre courant.

$$C = \frac{-0,5.20 + 20\sqrt{0,5^2 + 5.05}}{5} = 4^m,63$$

$$T_o = 0,498 . \frac{20 - 2 . 4,63}{2.5} = 10^k,73$$

$$t^o = \frac{T_o}{s} = \frac{10,73}{5,5} = 0,195 \text{ kg. mm}^2$$

$$T_m = 10,73 + 0,498.0,5 = 10,98 \text{ kg.}$$

$$T_n = 10,73 + 0,498.(0,5 + 5) = 13,47 \text{ kg.}$$

$$t_n = \frac{13,47}{55} = 0,245 \text{ kg. mm}^2.$$

Nous pouvons obtenir le même résultat pour T_o en nous servant de la formule :

$$T_o = \frac{pa^2_1}{8f}.$$

Dans ce cas :

$$a' = 2(a \quad c) \quad \text{et} \quad f = h + f_1.$$

La formule devient alors :

$$T = \frac{4p(a-c)^2}{8(h+f_1)}$$

Dans le cas où la dénivellation des points d'appui est grande relativement à la portée, nous pouvons admettre que le point le plus bas de la chaînette se trouve juste au sommet du point d'appui en contrebas. De cette façon, nous aurons la flèche minimum et égale à la dénivellation des points d'appui.

En introduisant les valeurs de f, T et θ correspondantes au régime de pose et les valeurs de p_a et θ_a relatives au régime d'été dans l'équation.

$$T_o^2\left[T_o + \frac{s_a{}^2{}_1 p_a{}^2}{24\varepsilon T_1{}^2} + \frac{s\alpha}{\varepsilon}(\theta_o - \theta_a) - T_1\right] = \frac{s_a{}^2{}_1}{24\varepsilon}p^2$$

nous trouverons l'effort T_1 correspondant au régime d'été.

Divisons chaque terme de cette équation par T_o^2 et multiplions par ε, il vient :

$$T_o \varepsilon + \frac{s a_1^2}{24} \cdot \frac{p_a^2}{T_1^2} + s \alpha (\theta_a - \theta_a) - T_1 \varepsilon = \frac{s a_1^2 p^2}{24 T_o^2}$$

Multiplions par T_1^2 et écrivons en ordonnant par rapport à T_1 :

$$\frac{s_a{}_1^2 p_1^2}{24} - T_1^3 \varepsilon + T_1^2 T_o \varepsilon + s_a (\theta_a - \theta \alpha) T_1^2 = \frac{s a_1^2 p^2 T_1^2}{24 T_o^2}.$$

Changeons le signe et mettons T_1^2 en facteur :

$$T_1^2 [T_1 \varepsilon + \frac{s_a{}_1^2 p^2}{24 T_o^2} - T_o \varepsilon - s \alpha (\theta_o - \theta_a) = \frac{s_a{}_1^2 p_a^2}{24}.$$

En introduisant les valeurs de p_b et de θ_b relatives au régime d'hiver, nous aurions la valeur de T_1 correspondant à ce régime.

Application numérique :

$s = 53 \text{ mm}^2$

$d = 9 \text{ mm.}, 5$

$p = 0{,}4986$ kg. par mètre courant

$s_c = 9{,}5 \times 1.000 . \overline{10}^6 = 0{,}0095^{m2}$

$p_{va} = 0{,}0095 . 72 = 0{,}684$ kg. par mètre courant

$p_{vb} = 0{,}0095 . 18 = 0{,}171$ kg. par mètre courant

$p_a = \sqrt{p^2 + p_{va}^2} = \sqrt{0{,}4986^2 + 0{,}683^2} = 0{,}846$

$p_b = \sqrt{p^2 + p_{vb}^2} = \sqrt{0{,}4986^2 + 0{,}171^2} = 0{,}527$

$h = f = 5^m{,}8 =$ dénivellation

$a = 27^m{,}80$

$a' = 2a = 2 \times 27{,}80 = 55^m{,}60$

$$T_o = \frac{p a_1^2}{8 f} = \frac{0{,}4986 \times 55{,}6^2}{8.5{,}8} = 33{,}3 \text{ kg.}$$

$$t_o = \frac{T_o}{s} = \frac{33{,}3}{5.3} = 0{,}63 \text{ kg. mm}^2.$$

L'effort à l'appui supérieur sera :

$$T'_o = 33{,}3 + 0{,}4986.5{,}8 = 36{,}2 \text{ kg.}$$

$$t'_c = \frac{36{,}2}{53} = 0{,}683 \text{ kg.}$$

En régime d'été nous aurons :

$$T_1^2 [T_1 . 78 . \overline{10}^6 + \frac{53.55{,}6^2.0{,}4986^2}{24.33{,}3^2} - 33{,}3.78.\overline{10}^6 -$$

$$- 53.18.\overline{10}^6 (10 - 15)] = \frac{53.55{,}6^2.0{,}846^2}{24}.$$

$$T_1^2 = [T_1.78.\overline{10}^6 + 1{,}52] = 4.881$$

d'où finalement :

$$T_1 = 56{,}5 \text{ kg.}$$

$$t_1 = \frac{56{,}5}{53} = 1{,}07 \text{ kg. mm}^2$$

l'effort à l'appui supérieur sera :

$$T'_1 = T_1 + 0{,}4986.5{,}8 = 59{,}4 \text{ kg.}$$

$$t'_1 = \frac{59{,}4}{53} = 1{,}12$$

En régime d'hiver nous aurons :

$$T_1^2 [T_1.78.\overline{10}^6 + \frac{53.55{,}6^2.0{,}4986^2}{24.33{,}3^2} - 33{,}3.78.\overline{10}^6 -$$

$$53.18.\overline{10}^6 (10 + 15)] = \frac{53.55{,}6^2.0{,}527^2}{24}$$

d'où $T_1 = 35{,}5$ kg.

L'effort à l'appui supérieur sera :

$$T'_1 = 35{,}5 + 2{,}9 = 38{,}4 \text{ kg.}$$

$$t' = \frac{38{,}4}{53} = 725 \text{ kg. mm}^2.$$

Dans le cas de très grandes flèches ou de lignes en pentes nous ne pouvons plus admettre que les efforts agissant du sommet du pylône sont horizontaux. Ces efforts ont les directions des tangentes aux chaînettes passant par le point d'appui commun.

On peut trouver graphiquement la direction des tangentes aux chaînettes passant par un point M de la façon suivante (fig. 2) :

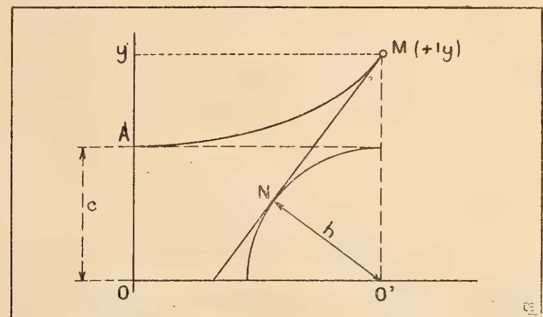


Fig. 2.

En menant du point M une tangente au cercle décrit du point O′ avec un rayon $h = c$ (paramètre de la chaînette), on obtient une droite qui sera en même temps tangente à la chaînette au point M.

Nous pouvons mettre en évidence cette propriété particulière de la chaînette par les considérations suivantes :

On sait que :

$$y = \frac{c}{2}\left(e^{\frac{x}{c}} + e^{-\frac{x}{c}}\right)$$

$$tg\,\alpha = \frac{dy}{dx} = y' = \frac{1}{2}\left(e^{\frac{x}{c}} - e^{-\frac{x}{c}}\right)$$

$$h = y \cos \alpha$$

$$h^2 = y^2 \cos^2 \alpha$$

$$\cos^2 \alpha = \frac{1}{1 + tg^2 \alpha} = \frac{1}{1 + y'^2}$$

$$h^2 = \frac{c^2}{4}\left(e^{\frac{x}{c}} + e^{-\frac{x}{c}}\right)^2 . \frac{1}{1 + \frac{1}{4}\left(e^{\frac{x}{c}} - e^{-\frac{x}{c}}\right)^2}$$

$$= \frac{c^3}{4}\left(e^{\frac{2x}{c}} + 2 + e^{-\frac{2x}{c}}\right) \cdot \frac{1}{1 + \frac{1}{4}\left(e^{\frac{x}{c}} - e^{-\frac{x}{c}}\right)^2}$$

$$= \frac{c^2}{4}\left(e^{\frac{2x}{c}} + 2 + e^{-\frac{2x}{c}}\right) \cdot \frac{1}{\frac{\left(4 + e^{\frac{2x}{c}} - 2 + e^{-\frac{2x}{c}}\right)}{4}}$$

d'où, en simplifiant :

$$h^2 = c^2 \quad \text{et enfin} \quad h = c$$

ce qu'il fallait trouver.

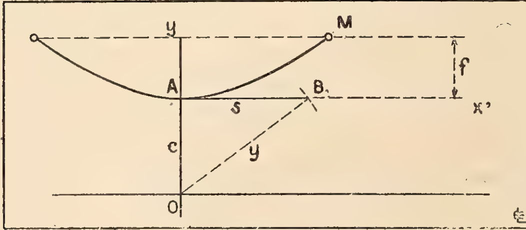


Fig. 3.

Nous pouvons transformer l'équation de la chaînette en développant en série $e^{\frac{x}{c}}$ et $e^{-\frac{x}{c}}$

$$e^{\frac{x}{c}} 1 + \frac{x}{c} + \frac{1}{1.2}\left(\frac{x}{c}\right)^2 + \frac{1}{1.2.3}\left(\frac{x}{c}\right)^3 + \frac{1}{1.2.3.4}\left(\frac{x}{c}\right)^4 + \ldots$$

$$e^{-\frac{x}{c}} = 1 - \frac{x}{c} + \frac{1}{1.2}\left(\frac{x}{c}\right)^2 - \frac{1}{1.2.3}\left(\frac{x}{c}\right)^3 + \frac{1}{1.2.3.4}\left(\frac{x}{c}\right)^4 +$$

En ajoutant ces deux équations membre à membre, nous aurons :

$$e^{\frac{x}{c}} + e^{-\frac{x}{c}} = 2\left\{1 + \frac{1}{1.2}\left(\frac{x}{c}\right)^2 + \frac{1}{1.2.3.4}\left(\frac{x}{c}\right)^4 + \ldots\right\}$$

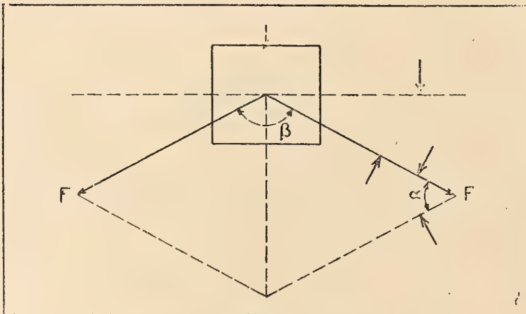


Fig. 4.

En n'admettant qu'une erreur relativement petite, nous pouvons rejeter dans l'équation précédente le troisième terme et les suivants.

Dans ces conditions, nous obtenons :

$$y = c\left[1 + \frac{1}{1.2}\left(\frac{x}{c}\right)^2\right]$$

$$\text{ou } y = c + \frac{x^2}{2c}; \quad \text{mais} \quad y = f + c$$

d'où $$c = \frac{x^2}{2f}.$$

On peut trouver d'une autre façon la direction de la tangente à la chaînette par un point M. On sait que $$tg\,\alpha = \frac{s}{c},$$

s étant la longueur de l'arc de chaînette compris entre le point le plus bas et le point M.

Les considérations suivantes nous permettent de trouver la longueur de la chaînette.

$$y = \frac{2}{c}\left(x^{\frac{x}{c}} + x^{-\frac{x}{c}}\right)$$

$$dy = \frac{1}{2}\left(e^{\frac{x}{c}} - e^{-\frac{x}{c}}\right) dx \qquad (1)$$

$$ds^2 = dx^2 + dy^2 = dx^2 + \frac{1}{4}\left(e^{\frac{x}{c}} - e^{-\frac{x}{c}}\right)^2 dx^2$$

$$= \frac{1}{4}\left(e^{\frac{x}{c}} + e^{-\frac{x}{c}}\right)^2 dx^2$$

$$ds = \frac{1}{2}\left(e^{\frac{x}{c}} + e^{-\frac{x}{c}}\right) dx$$

$$s = \int_0^x \left(e^{\frac{x}{c}} + e^{-\frac{x}{c}}\right) = \frac{1}{2}\left[c\,e^{\frac{x}{c}} - c\,e^{-\frac{x}{c}}\right]_0^x$$

$$s = \frac{e}{2}\left(e^{-\frac{x}{c}} - e^{\frac{x}{c}}\right) \qquad (2)$$

De (1) et (2) on tire :

$$y^2 - s^2 = \frac{c^2}{4}\left(e^{\frac{x}{c}} + e^{-\frac{x}{c}}\right)^2 - \frac{c^2}{4}\left(e^{-\frac{x}{e}} - e^{\frac{x}{c}}\right)^2$$

$$= \frac{c^2}{4} \cdot 2e^{\frac{x}{c}} \cdot 2e^{-\frac{x}{c}}$$

$$y^2 - s^2 = c^2$$

et finalement :

$$s^2 = y^2 - c^2.$$

En remarquant que : $y^2 = S^2 + C^2$ on peut établir la méthode graphique pour déterminer la longueur de l'arc de chaînette S.

On mène par le point A (fig. 3) une droite parallèle à l'abscisse, la distance AB obtenue par l'intersection de la droite Ax' avec le cercle de rayon $y = c + f$ décrit du point O sera la longueur cherchée de l'arc S.

Il est utile de remarquer (fig. 2) que la longueur NM représente aussi la longueur de l'arc AM de la chaînette.

En réalité :

$$y^2 = h^2 + NM^2 \text{ et puisque } h = c$$

$$NM^2 = y^2 - c^2$$

d'où : $$NM = S.$$

Calcul des efforts agissant sur le pylône.

Supposons que les câbles forment un angle β entre eux et les efforts sont équilibrés, c'est-à-dire que $F_1 = F_2$ (fig. 4).

La résultante R de ces deux forces sera :

$$R = 2F\cos\frac{\beta}{2}$$

En supposant que les efforts de part et d'autre du pylône ne soient pas en équilibre, on a deux forces inégales appliquées au sommet du pylône qui forment un angle de $180° - \alpha$ et qui ont une résultante

$$R_1 = \sqrt{F_1^2 + F_v^2 - 2F_1F_v\cos\alpha}$$

qui forme avec l'axe de symétrie du pylône un angle $\alpha_1 = \alpha + \beta$

$$\cos\beta = \frac{F_1^2 + R_1^2 - F_2^2}{2F_1R_1}.$$

Cette résultante, composée avec l'effort du vent sur le pylône appliquée convenablement au sommet donne une nouvelle résultante

$$R = \sqrt{R_1^2 + F_2^2 - 2R_1F_2\cos\Psi}$$
$$\Psi = 90 + \alpha + \beta$$

La résultante R forme avec l'axe de symétrie du pylône un angle $\alpha_2 = \alpha_1 + \delta = \alpha + \beta + \delta$ (fig. 5)

$$\cos\delta = \frac{R_1^2 + R^2 - F_2^2}{2R_1R}.$$

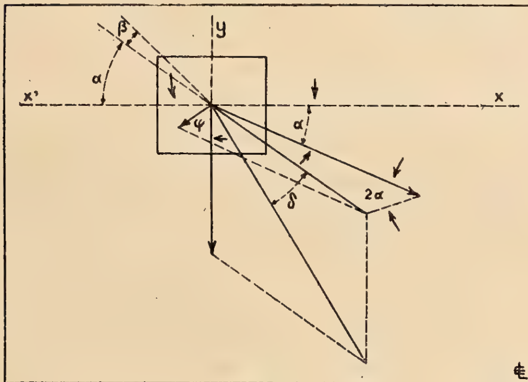


Fig. 5.

Afin d'éviter de calculer séparément les résultantes R_1, R ainsi que les angles β et δ, on peut appliquer la formule ci-dessous que l'on obtient de la façon suivante :

On peut écrire (fig. 6) :

$$F_1\sin\alpha + F_2\sin\alpha + F_v = (F_1 + F_2)\sin\alpha + F_v$$
$$F_1\cos\alpha - F_2\cos\alpha = (F_1 - F_2)\cos\alpha$$

$$R = \sqrt{[F_v + (F_1 + F_2)\sin\alpha]^2 + (F_1F_2)^2\cos^2\alpha} =$$

$$\sqrt{F_v^2 + 2F_v(F_1 + F_2)\sin\alpha + (F_1 + F_2)^2\sin^2\alpha + (F_1 - F_2)^2\cos^2\alpha} =$$

$$\sqrt{F_v^2 + 2F_v(F_1 + F_2)\sin\alpha + F_1^2\sin^2\alpha + 2F_1F_2\sin^2\alpha + F_2^2\sin^2\alpha + F_1^2\cos^2\alpha - 2F_1F_2\cos^2\alpha + F_2^2\cos^2\alpha}$$

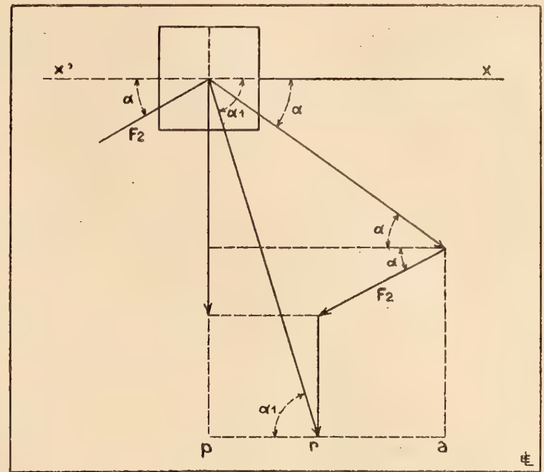


Fig. 6.

$$= 2F_1F_2\sin^2\alpha - 2F_1F_2\cos^2\alpha = -2F_1F_2(\cos^2\alpha - \sin^2\alpha)$$
$$= -2F_1F_2\cos^2\alpha$$

$$R = \sqrt{F_v^2 + F_1^2 + F_2^2 + 2F_v(F_1 + F_2)\sin\alpha - 2F_1F_2\cos^2\alpha}$$

La résultante R forme avec l'axe de symétrie du pylône un angle α :

$$\cos\alpha_1 = \frac{(F_1 - F_2)\cos\alpha}{R}.$$

En cas de rupture simultanée de tous les fils dans une des parties contiguës et en supposant que le vent souffle dans la direction transversale aux fils, on aura (fig. 7) :

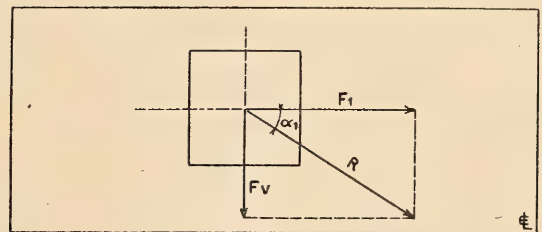


Fig. 7.

$$R = \sqrt{F_1^2 + F_v^2}$$

$$\cos\alpha_1 = \frac{F_1}{R}.$$

Si les fils forment un angle entre eux, on aura :

$$R = \sqrt{F_1^2 + F_v^2 - 2F_1F_v\cos(90 + \alpha)}$$
$$= \sqrt{F_1^2 + F_v^2 - 2F_1F_v\sin\alpha}$$

$$\cos\alpha_1 = \frac{F_1\cos\alpha}{R}$$

Si la ligne est en pente, nous avons au sommet du pylône deux efforts F_1 et F_2 qui ont les directions des tangentes aux chaînettes et en plus l'effort du vent F_v sur le pylône qu'on applique convenablement au sommet (fig. 8).

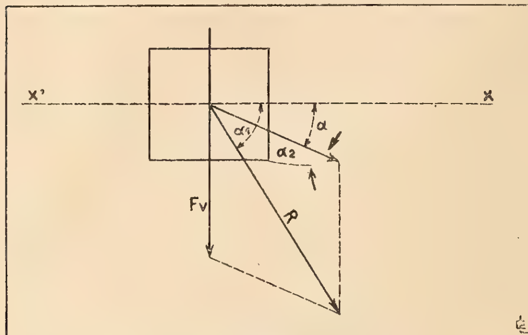


Fig. 8.

En décomposant F_1 et F_2, on a :

$$F_1 \cos \alpha_1 \;;\quad F_1 \sin \alpha_1$$
$$F_2 \cos \alpha_2 \;;\quad F_2 \sin \alpha_2.$$

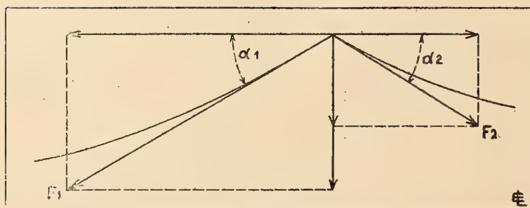


Fig. 9.

L'effort horizontal $F_1 \cos \alpha_1 - F_2 \cos \alpha_2$, (fig. 9) composé avec l'effort du vent F_v nous donne la résultante :

$$R_1 = \sqrt{(F_1 \cos \alpha_1 - F_2 \cos \alpha_2)^2 + F_v^2}$$

qui forme avec l'axe de symétrie de la section du pylône un angle α tel que :

$$\cos \alpha = \frac{F_1 \cos \alpha_1 - F_2 \cos \alpha_2}{R_1}.$$

Cette résultante provoque un fléchissement du pylône tandis que la résultante verticale

$$R_2 = F_1 \sin \alpha_1 + F_2 \sin \alpha_2$$

provoque une compression.

Examinons maintenant le cas d'une ligne en pente faisant un certain angle entre deux portées consécutives.

Nous avons au sommet deux efforts F_1 et F_2 qui forment avec l'axe vertical du pylône les angles β_1 et β_2.

$$\beta_1 = 90^\circ - \gamma.$$

γ_1 et γ_2 étant les angles que font les tangentes aux chaînettes avec l'abscisse.

La projection des efforts F_1 et F_2 sur un plan horizontal nous donne $F_1 \cos \gamma_1$ et $F_2 \cos \gamma_2$ qui forment comme nous admettons les angles α_1 et α_2 avec l'axe xx de symétrie du pylône.

En décomposant $F_1 \cos \gamma_1$ et $F_2 \cos \gamma_2$ suivant l'axe $x_1\ x$ et $y_1\ y$, nous aurons (fig. 10):

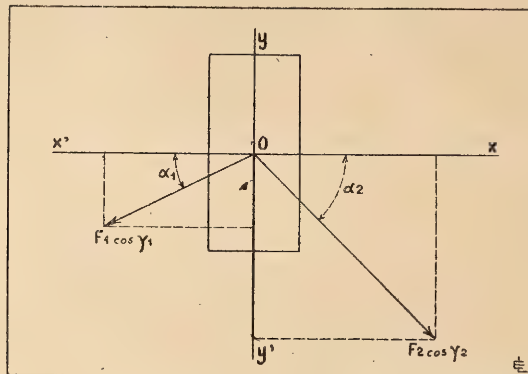


Fig. 10.

Suivant xx

$$F_1 \cos \gamma_1 \cos \alpha_1 \quad \text{et} \quad F_2 \cos \gamma_2 . \cos \alpha_2.$$

La résultante de ces deux efforts sera :

$$R_x = F_1 \cos \gamma_1 \cos \alpha_1 - F_2 \cos \gamma_2 \cos \alpha_2$$

Suivant yy' :

$$F_1 \cos \gamma_1 \sin \alpha_1$$
$$F_2 \cos \gamma_2 \sin \alpha_2.$$

En ajoutant l'effort du vent F_v, nous aurons :

$$R_y = F_v + F_1 \cos \gamma_1 \sin \alpha_2 + F^2 \cos \gamma_2 \sin \alpha_2.$$

Les résultantes R_x et R_y provoquent un fléchissement du pylône.

La projection des efforts F_1 et F_2 sur un plan vertical passant par l'axe du pylône 00', nous donne (fig. 11) :

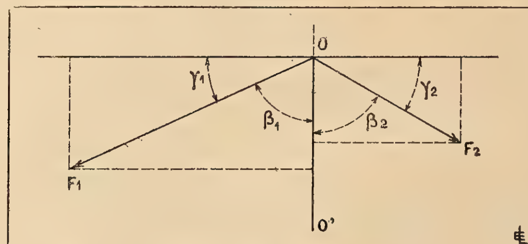


Fig. 11.

$$F_1 \cos \beta_1 = F_1 \sin \gamma_1$$

et

$$F_2 \cos \beta_2 = F_2 \sin \gamma_2.$$

La résultante de ces deux efforts :

$$R = F_1 \sin \gamma_1 + F_2 \sin \gamma_2$$

provoque la compression du pylône.

Marcel MARRE,
Ing. E. T. P.

PRATIQUE INDUSTRIELLE

TRANSFORMATION D'UN ALTERNATEUR

Un exemple type : transformation d'un alternateur triphasé 3.000 volts, 50 périodes, 570 kilovolts-ampères, 150 tours-minute en un alternateur à 220 volts, 50 périodes.

L'exemple que nous avons donné dans une précédente étude (1) se rapportait à un alternateur à tension relativement faible.

Nous voulons montrer par ce nouvel exemple que la transformation est encore possible le plus souvent quand on a affaire à un alternateur à tension relativement élevée. Les alternateurs que l'on trouve couramment pour des puissances assez importantes (de l'ordre de 200 à 1.000 kilovolts-ampères) sont en effet construits en général pour de hautes tensions (3.000 à 15.000 volts) car ils ont servi à des transports de force.

***

L'alternateur envisagé a les caractéristiques suivantes :

3.000 volts, 50 périodes, 570 kilovolts-ampères. Il est établi avec 20 bobines par phase, soit pour l'ensemble

$$3 \times 20 = 60 \text{ bobines.}$$

Les bobines d'une même phase sont montées en série. (C'est le cas général pour des alternateurs haute tension).

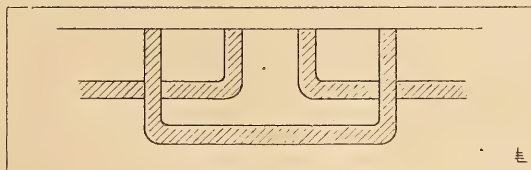


Fig. 1.

Elles sont disposées comme l'indiquent les figures 1 et 2, c'est-à-dire qu'elles se trouvent placées sur deux couches concentriques et chevauchent l'une sur l'autre.

Les trois phases sont montées en étoile.

***

Calcul théorique.

La tension simple par phase est de : $\frac{3.000}{1,73} = 1.730$ volts.

(1) Voir *l'Electricien* du 15 février 1920.

Si les 20 bobines sont montées en série, la tension par bobine est donc

$$\frac{1.730}{20} = 86 \text{ v., } 5.$$

Donc si l'on monte deux bobines en série, on aura aux bornes extrêmes de ces deux bobines une tension simple de : 86 v., 5 $\times$ 2 = 173 volts et une tension *composée* en étoile de : 173 $\times$ 1,73 = 300 v.

En agissant sur l'excitation, comme nous l'avons

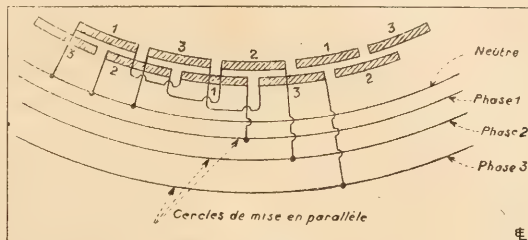


Fig. 2.

exposé dans notre précédente étude, on pourra arriver encore à descendre jusqu'à 220 volts.

***

En fait, nous aurons dans l'alternateur modifié, *par phase* :

10 groupes de deux bobines en série, ces groupes étant montés en parallèle.

Dans l'alternateur non modifié, l'intensité *par phase* qui correspond à une puissance de 570 kilovolts-ampères est de :

$$\frac{570.000}{\sqrt{3} \times 3.000} = 110 \text{ ampères.}$$

Il nous faut conserver cette intensité de 110 ampères pour chaque groupe de deux bobines ; c'est-à-dire que nous aurons pour les 10 groupes montés en parallèle une intensité totale de

$$10 \times 110 = 1.110 \text{ ampères.}$$

L'alternateur modifié pourra donc produire une puissance de :

$$1.110 \times 220 \times \sqrt{3} = 420.000 \text{ V. A.}$$

soit 420 kilovolts-ampères.

***

La mise en parallèle des 10 groupes de deux bobines en série se fait comme dans le cas précédent à l'aide des cercles en cuivre.

Le schéma des connexions doit être établi en numérotant les bobines appartenant à chaque phase (fig. 2) et en ayant bien soin de mettre en série deux bobines de la même phase qui se suivent.

Les sorties se font, comme dans le cas précédent, par 3 barres situées à la partie inférieure du stator.

L. DEPIERRIS.

Informations.

Autorisations. — Concessions.

Aveyron. — Un arrêté ministériel a décidé que le contrôle municipal serait exercé par les agents de l'État dans les communes du Fayet et de Saint-Félix de Sorgues.

— La Société d'énergie électrique de la Sorgue et du Tarn a présenté une demande de concession d'État pour l'établissement d'une distribution d'énergie aux services publics sur les parcours :

Nuces à Villefranche-de-Rouergue ;

Rodez à Decazeville, dans le département de l'Aveyron.

Basses-Alpes. — La Société technique pour l'industrie, dont le siège social est à Paris, 126, rue de Provence, a demandé, au nom de la Société hydraulique de Verdon, l'autorisation provisoire d'exécuter dès maintenant les travaux d'établissement de la ligne de transport d'énergie électrique projetée entre Castellane et Allos avec embranchements sur Thorame-Basse, Angles et Vergons et y compris la traversée du chemin de fer du sud de la France au passage à niveau de la Mure.

— Le Syndicat des communes des cours inférieurs du Largue et de l'Encrême a sollicité l'autorisation d'établir, sans attendre l'accomplissement des formalités réglementaires, un réseau de distribution pour l'alimentation des communes de Saint-Maime. Dauphin, Saint-Michel, Lincel, Saint-Martin-les-Eaux, Villemus, Reillanne, Montjustin et Cereste.

Calvados. — Une conférence a été tenue entre l'ingénieur du Génie rural et l'ingénieur en chef du contrôle des distributions d'énergie électrique au sujet de l'établissement d'un réseau rural de distribution d'énergie électrique dans la commune de Martragny.

Côtes-du-Nord. — Par arrêté ministériel est déclaré déchu le concessionnaire de la distribution publique d'énergie électrique à tous usages, de Bréhat, qui lui avait été accordée par ladite commune.

Haute-Garonne et Hautes-Pyrénées. — La Compagnie d'électricité industrielle, dont le siège social est à Paris, 126, rue de Provence, a présenté une demande de concession d'État avec déclaration d'utilité publique pour la construction et l'exploitation des lignes de transport d'énergie électrique reliant les centrales de Piques et du Lac d'Oo et les postes de transformation de Marignac et de Lannemezan (départements de la Haute-Garonne et des Hautes-Pyrénées).

La ligne comprend trois tronçons principaux :

1° Une ligne de 10.000 volts reliant les centrales de la Pique supérieure et de la Pique inférieure à la centrale principale du Lac d'Oo (commune de Luchon).

2° Une ligne de 70.000 volts reliant la station de transformation du Lac d'Oo à celle de Marignac en empruntant le territoire des communes de Bagnères-de-Luchon, Moustajou, Antignac, Salles, Gier-de-Luchon, Cazeaux, Barren, Gurau, Burgalays, Gaud et Marignac.

3° Une ligne de 70.000 volts à établir entre la station de transformation du Lac d'Oo et celle de Lannemezan.

Haute-Marne. — Un syndicat a été constitué sous la dénomination de Syndicat des communes des vallées de la Marne et de la Blaise, siège social à la mairie de Vignory (Haute-Marne), entre vingt-quatre communes situées dans les vallées de la Marne et de la Blaise pour réaliser une distribution d'énergie électrique.

Haute-Marne. — Côte-d'Or. — Haute-Saône. — La Société d'études Saône-et-Marne a présenté une demande de concession d'État d'une durée de cinquante ans, pour un réseau de distribution d'énergie électrique aux services publics s'étendant entre Chalindrey et Dijon.

Ce réseau, qui intéresse trois départements, se composera d'une ligne à 30.000 volts courant alternatif 50 périodes, allant de Chalindrey (Haute-Marne) à Mirebeau (Côte-d'Or), d'une longueur de 48 kilomètres environ, et de 6 lignes secondaires à 15.000 volts.

Quatre de ces lignes partiront de la sous-station de Saint-Seine pour aller :

1° Vers le nord-est, à Champlitte ;

2° Vers l'est, à Dampierre et Sevaux, avec dérivation sur Gray ;

3° Vers le nord-ouest, à Prauthoy ;

4° Vers l'ouest, à Is-sur-Tille.

Les deux autres lignes partiront du poste de Mirebeau pour aller :

1° Vers le sud-est, à Vonges ;

2° Vers le sud-ouest, à Messigny.

Marne. — La Société anonyme pour l'éclairage par le gaz de la ville de Reims a demandé une concession pour la distribution de l'énergie électrique à tous usage sur le territoire des communes de Chigny-les-Roses, Mailly, Rilly-la-Montagne et

Villers-Allerant, d'une part et d'autre part dans les communes de Bettigny, Wittry-les-Reims, Caurel et Lavannes.

Les enquêtes sont terminées.

Moselle. — Le Maire de la ville de Metz a sollicité une concession de distribution d'énergie électrique aux services publics, en vue de placer sous le régime administratif français le réseau de distribution à haute tension qu'elle exploite.

Nord. — La Société électrique du Nord-Ouest a obtenu l'autorisation de construire immédiatement une ligne de distribution d'énergie électrique à haute tension, destinée à l'alimentation du poste de transformation de M. Quille, à Merville.

Cette ligne fera partie intégrante de la concession d'Etat aux services publics que cette Société a déjà déposée.

— La Société d'électricité de la région de Valenciennes-Anzin a obtenu l'autorisation provisoire de construire immédiatement un branchement électrique à haute tension relié à la ligne haute tension d'Haspres à Neuville-sur-Escaut et destiné à l'alimentation des Tuileries Leclerc, à Lieu-Saint-Amand. Ce branchement doit faire partie intégrante de la concession déjà demandée par cette Société.

— La Société « Electricité et Gaz du Nord » dont le siège social est à Paris, 75, boulevard Haussmann, a sollicité l'autorisation d'établir une canalisation électrique aérienne 15.000 volts sur les territoires des communes de Leval, Monceau-Saint-Waast Dompierre et Saint-Hilaire-sur-Helpe.

Cette ligne sera ultérieurement comprise dans la concession d'Etat aux services publics que la Société « Électricité et Gaz du Nord » a déjà déposée.

Nord. — La Compagnie électrique du Nord a obtenu l'autorisation d'établir immédiatement une canalisation électrique à haute tension destinée à l'alimentation de la distribution communale de Coutiches.

— La Société d'électricité de la région de Valenciennes-Anzin a demandé l'autorisation de construire immédiatement une canalisation électrique aérienne à 10.500 volts partant du poste de transformation d'Haspres, branché sur le réseau d'Etat et aboutissant aux usines de ciment de Neuville-sur-Escaut.

Nord et Pas-de-Calais. — La Compagnie électrique du Nord a sollicité l'autorisation de construire immédiatement une ligne de distribution d'énergie électrique aérienne à haute tension, branchée sur la ligne Oisy-le-Verger-Lécluse et destinée à l'alimentation du poste de la commune d'Arleux.

Cette ligne fera partie intégrante de la concession par l'Etat d'une distribution d'énergie électrique aux services publics déposée par cette Compagnie.

Oise. — Les Coopératives de l'Oise ont demandé l'autorisation d'établir immédiatement un réseau de distribution d'énergie électrique à basse tension dans la commune de Vaumoise.

Ce réseau sera compris dans la concession que la Coopérative agricole d'électricité du Valais a déjà déposée.

Somme. — La Société coopérative agricole d'électricité de Sains-en-Amiénois et des régions avoisinantes, dont le siège social est à Amiens, 30, rue Alphonse Paillat, a présenté une demande de concession d'Etat pour la distribution publique de l'énergie électrique dans les communes de Saint-Fuscien, Sains-en-Amiénois, Estrées-sur-Noye, Grattepanche, Oresmaux, Saint-Sauflieu, Rumigny, Hebecourt, Essertaux, Flers-sur-Noye, Le Bosquel.

— La Société Lassale et Fialeix Frères, à Harbonnières, ont présenté une demande de concession d'Etat aux services publics pour l'alimentation des communes de Bayonvillers et d'Harbonnières.

A propos d'un accident de haute tension.

Je me permets de signaler à *l'Electricien* un accident qui a causé la mort d'un homme et allumé des commencements d'incendie dans plusieurs maisons du hameau de Béthencourt. A 3 heures du matin, le 7 novembre, des habitants furent réveillés par des bruits dans leurs compteurs et des étincelles dans les installations. Un poteau à la cabine de transformateur qui conduit le fil de terre des parafoudres brûlait.

Il n'y avait pas d'orage, mais du vent et de l'eau. La personne qui a trouvé la mort était montée au premier étage chercher un clairon pour sonner au feu. Les pompiers arrivés voulurent délivrer la personne, mais ne purent monter un escalier en pierre avec rampe en bois. Les secousses étaient violentes. La porcelaine d'entrée du poste (15.000-110-190) a été retrouvée fondue. *Les fils haute tension n'ont pas cassé autrepart* qu'à cette entrée de poste où la perte s'est produite et répandue dans une partie du village par la cage de la cabine.

Quels sont les moyens à employer pour éviter ces claquages ou ces amorçages dangereux ?

Les trois parafoudres montés sur la basse tension pouvaient-ils empêcher un partage de la haute tension entre le circuit de terre et les fils de basse tension ? Le fil de terre a d'ailleurs *fondu* sur 50 centimètres. Surtout lorsque le neutre haute tension du transformateur de départ n'est pas à la terre, à mon avis, un dispositif court-circuiteur serait seul efficace.

Il importe, dans l'intérêt des abonnés et des secteurs, que la haute tension *se tienne à sa place*.

J'aimerais voir relater cet accident et connaître les avis au sujet des modifications à apporter à 2 cabines construites sur le même modèle dont une m'éclaire.

G. S., *Ingénieur E. S. E.*

Inventions. — Appareils et procédés nouveaux

BOBINE DE SELF-INDUCTION

A l'aide de ce dispositif, on peut obtenir une self très grande, en diminuant l'encombrement.

Les spires sont disposées (fig. 1) sur un plateau pourvu de rainures radiales *r*, et se croisent dans les encoches. (Br. Fr. 539.069. — Binard).

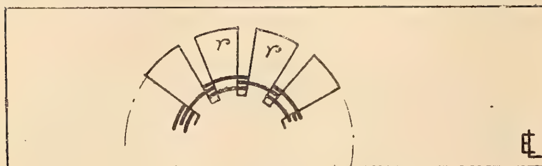


Fig. 1.

DISPOSITIF DE DÉMARRAGE POUR MOTEUR ÉLECTRIQUE

Le système breveté est imaginé par Schanbourger. Il a pour but de régulariser le démarrage, quand celui-ci est obtenu par des couplages série parallèle, ou étoile triangle. Il ne nécessite pas d'interruptions de courant.

A la première phase de démarrage, on réunit les points des enroulements à connecter par des impédances, qui seront court-circuités en marche normale. La figure 2 montre un exemple de connexions pour moteurs à courant continu.

Le couple des moteurs est toujours le même (Br. Fr. 540.742. — Compagnie française Thomson Houston).

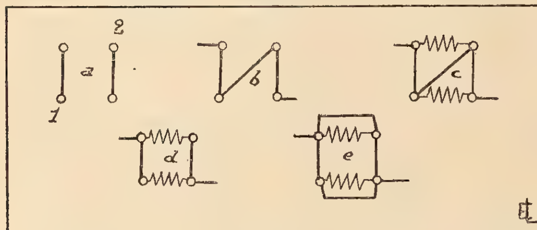


Fig. 2.

CONVERTISSEUR DE COURANT

En soumettant un dispositif photographique à la lumière, on peut obtenir, en faisant varier la valeur de cette dernière, des courants ou des voltages de longueur d'onde déterminée dans le type ci-contre (fig. 3), le dispositif photo-électrique B comprend un tube à vide dans lequel du potassium est évaporé et peut se condenser sur les parois; une barrière y est disposée pour empêcher la condensation sur une partie de la surface du tube qui sert de fenêtre. Le tube est formé en y admettant de l'hydrogène à une pression de 100 microns et en faisant passer un courant de 33 milliampères, le potassium formant la cathode. L'hydrogène est remplacé finalement par de l'argon à une pression de 12 à 200 microns. La lumière d'une source A est obligée de pénétrer dans le tube B en traversant une ouverture 17 ménagée dans un disque tournant 11, ainsi qu'une ouverture 14 disposée dans un écran fixe 12. La forme de ces ouvertures produit les variations de quantité de lumière admise dans le tube et, de ce fait, les variations du courant, tandis que la fréquence des variations est déterminée par la vitesse du disque 11. La forme de l'ouverture 14 peut être telle que les variations du courant aient la forme d'une sinusoïde non déformée. Le tube B est monté en série avec une batterie 18 et une résistance 19, les variations du courant dans le tube sont amplifiées par un amplificateur C, dont la grille est réunie aux extrémités de la résistance, quelques éléments d'accumulateurs 23 étant de préférence placés dans le circuit. Un courant pulsatoire de fréquence déterminée est obtenu aux extrémités 25, 26 d'une résistance 24 dans le circuit plaque de l'amplificateur. Si l'on désire obtenir un courant alternatif, on connecte les extrémités 25, 26 au secondaire d'un transformateur à air libre dont le primaire remplace la résistance 24. D'autres moyens, tels que l'emploi de miroirs tournants, peuvent être utilisés pour faire varier la quantité de lumière pénétrant dans le tube. (Brev. angl. n° 180.343. — British Thomson.) M. M.

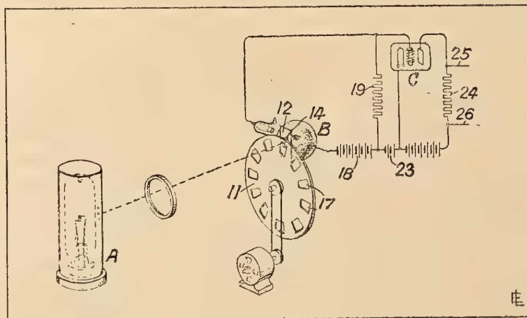


Fig. 3.

COMMUTATEUR AUTOMATIQUE DE DÉMARRAGE

Les démarreurs de moteur électrique comprenant deux positions : une position de démarrage et une position de marche sont munis d'un loquet qui règle la marche et maintient la partie mobile dans la position de marche lorsqu'elle est soumise à l'action d'un électro-aimant destiné à la libérer. Dans le dispositif de la fig. 4, le loquet 19 comprend des bossages 24, 25 qui empêchent la pièce mobile 10 de se diriger dans la position de marche 27 jusqu'à ce qu'il n'ait été rapidement dirigé vers la position

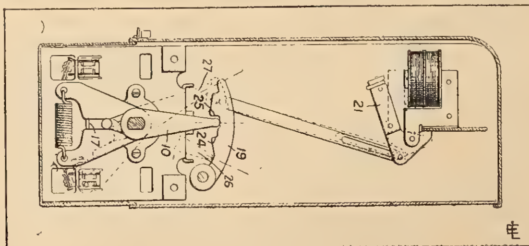


Fig. 4.

de démarrage 26. La pointe du loquet engage la pièce mobile dans la position de marche et l'y maintient jusqu'à ce que le loquet soit soulevé par l'action d'un électro-aimant 21 ; ce qui a lieu par suite de chute de voltage ou de surcharge. Lorsque la pièce 10 est dégagée, elle revient à la position médiane par l'intermédiaire d'un ressort 17 (Br. angl. n° 181.658. — British Thomson). M. M

LÉGISLATION

Fixation des redevances sur les concessions d'énergie hydraulique.

Circulaire des ministres des finances, des travaux publics et de l'agriculture, à MM. les Préfets :

Paris, le 16 octobre 1922.

L'absence d'instructions d'ensemble, en ce qui concerne la fixation des redevances fixes ou proportionnelles au nombre de kilowatts-heure produits, dues par les concessionnaires de forces hydrauliques, présente de réels inconvénients au point de vue de la bonne administration de nos richesses hydrauliques. Il importe de donner aux ingénieurs et aux demandeurs en concession des directives sur le mode de calcul de ces redevances.

D'autre part, la redevance proportionnelle aux bénéfices ou dividendes doit être calculée d'après le résultat de chacune des années antérieures à la revision, et comme les premières usines soumises à ce régime vont être mises en exploitation, il est nécessaire de fixer, dès maintenant, les règles d'après lesquelles sera calculé le bénéfice net annuel.

Enfin, il est apparu que le payement de la taxe de statistique, lorsque les rôles s'élèvent à quelques centimes, impose aux redevables chaque année, des dérangements inutiles, et à l'administration des écritures qui ne sont pas en rapport avec l'importance des sommes perçues.

La présente circulaire a pour objet de fixer les directives suivant lesquelles devront être calculées dorénavant ces différentes taxes et redevances.

Elle concerne :

a) Les redevances fixes applicables aux usines concédées ou autorisées sur les cours d'eau du domaine public et sur les canaux et rivières canalisées;

b) Les redevances proportionnelles applicables à toutes les usines concédées postérieurement au 16 octobre 1919;

c) La taxe de statistique qui frappe sans exception toutes les usines hydro-électriques, quels que soient le cours d'eau sur lequel elles sont situées, leur puissance, la date de leur mise en exploitation ou leur régime administratif.

CHAPITRE PREMIER

Usines concédées.

La rédaction des clauses financières des cahiers des charges des concessions d'énergie hydraulique soulève des difficultés qui proviennent, pour la plus grande part, de l'absence de règles générales uniformes touchant le calcul du montant ou du taux des redevances fixes ou proportionnelles imposées aux concessionnaires par l'article 9 de la loi du 16 octobre 1919. D'autre part, le jeu des revisions périodiques prévues aux articles 45, 45 *bis* et 45 *ter* du cahier des charges type, suppose l'établissement d'écritures extra-comptables dont le cadre, identique pour toutes les concessions, doit être dès maintenant arrêté.

Il importe donc de dégager, comme il a été fait précédemment, pour les tarifs maxima et dans le même esprit, les principes généraux qui devront vous guider dans la fixation des charges financières des concessions d'énergie hydraulique, soit pendant les dix premières années, soit lors des revisions successives.

Au surplus et d'une manière générale, nous appelons votre attention sur le caractère des prescriptions qui suivent : il ne s'agit, à aucun degré, de règles impératives, mais seulement de directions qui montrent dans quel esprit il paraît désirable de solutionner quelques-unes des difficultés soulevées par l'application de la loi du 16 octobre 1919.

SECTION A. — RÈGLES GÉNÉRALES

§ 1er. — *Redevance fixe,*

(Art. 43 du cahier des charges type).

La redevance fixe, dont la perception n'est prévue que sur les cours d'eau domaniaux, peut être comparée à l'indemnité payée sur les cours d'eau non domaniaux, aux propriétaires riverains, pour privation du droit non exercé à l'usage de l'eau.

Le montant annuel en sera fixé à un chiffre qui variera suivant la situation de la chute, sa valeur économique et l'importance des réserves (en eau ou en force) imposées au concessionnaire, entre 25 centimes et 50 centimes par kilowatt de puissance *normale brute* (p) indiquée à l'article 1er du cahier des charges de la concession.

Le chiffre inférieur (25 centimes par kilowatt) sera pris lorsque la chute sera peu avantageuse, coûteuse d'installations et d'exploitation et que les réserves atteindront le maximum légal (1/4 de la puissance). Le chiffre supérieur (50 centimes par kilowatt) lorsqu'il s'agira au contraire d'une chute facile, de rendement favorable et que les réserves seront faibles ou nulles. Entre ces deux extrêmes, on comprendra des chiffres intermédiaires en tenant compte aussi équitablement que possible des circonstances de l'affaire de façon que cette redevance fixe, augmentée de la valeur des réserves ou des autres avantages consentis à l'Etat, représente autant que possible, la rente que pourrait raisonnablement exiger le propriétaire riverain pour location de ses droits à l'usage de l'eau, s'il s'agissait d'un cours d'dau non domanial.

§ II. — *Redevance proportionnelle au nombre de kilowatts-heure produits.*

A. — Pendant les dix premières années.

(Art. 44 du cahier des charges type).

Pendant les dix premières années de la concession, on prendra pour la redevance proportionnelle au nombre de kilowatts-heure produits un taux d'autant moins élevé que les dépenses d'établissement de la chute, telles qu'elles ressortiront du tableau I annexé à la circulaire du 24 juillet 1921 apparaîtront plus lourdes. Le taux *minimum* sera de 0 centime 04 par *kilowatt-heure produit*; il correspond au cas d'une dépense d'établissement égale ou supérieure à 5.000 fr. par kilowatt de puissance *normale disponible* (p'). Ce taux variera en raison inverse de ladite dépense, de 0 centime 005 par 500 fr. d'écart en moins de 5.000 fr. Toutefois, au-dessous de 2.500 fr. par kilowatt, on ne tiendra plus compte des variations du prix d'établissement et le taux de la redevance restera fixé à 0 centime 07 par kilowatt-heure produit.

Le barème ci-après, établi d'après ces règles, donne l'échelle des dépenses d'établissement et des taux correspondants :

DÉPENSES D'ÉTABLISSEMENT par kw de puissance normale disponible (en francs).	TAUX de la redevance proportionnelle aux kwhs produits (en centimes).
De 5.000 fr. et au-dessus	0 04
Entre 4.999 fr. et 4.500 fr.	0 045
Entre 4.499 fr. et 4.000 fr.	0 05
Entre 3.999 fr. et 3.500 fr	0 065
Entre 3.499 fr. et 3.000 fr	0 06
Entre 2.999 fr. et 2.500 fr	0 065
Entre 2.499 fr. et au-dessous	0 07

Si l'on adopte une formule binôme, le taux inscrit dans la deuxième colonne sera celui du premier terme, correspondant à la portion sensiblement permanente de la production de l'usine (en général 40 à 50 % de l'énergie totale annuelle). Le taux du second terme, correspondant au surplus de la production, sera fixé à la moitié du premier.

La dépense d'établissement, servant à fixer le taux de la redevance proportionnelle, sera celle qui ressortira du calcul fait pour la fixation des tarifs maxima. Toutefois, lors de la première revision du tableau I annexé à la circulaire du 24 juillet 1921, c'est-à-dire au moment de la mise en service de l'usine, on pourra modifier le taux primitivement inscrit au cahier des charges, de manière à le faire correspondre comme il est dit ci-dessus, aux dépenses réelles d'établissement à la charge du concessionnaire.

B. — Au delà de la dixième année (art. 45, 45 *bis* et 45 *ter* du cahier des charges type).

Au cours de la onzième année d'exploitation, le taux de la redevance doit être revisé, de manière que la somme perçue par le Trésorier, au cours des années suivantes, soit proportionnelle aux dividendes ou bénéfices répartis.

Des modes de revision distincts sont prévus, suivant que la société concessionnaire a, ou non, pour objet principal l'exploitation de l'usine concédée. Mais, sous une apparente diversité, les articles 45, 45 *bis* et 45 *ter* tendent au même but (qui est de calculer la somme à partager avec l'Etat) par une série d'opérations identiques; évaluation de la recette brute, dont on déduit les dépenses d'exploitation et les charges financières.

Les règles qui suivent ont été inspirées, avant tout, par le souci de ne pas entraver le développement des entreprises hydroélectriques, anciennes ou nouvelles et d'éviter au concessionnaire les inévitables complications qu'aurait entraîné, dans chaque cas, le partage des bénéfices nets tels qu'ils ressortent du bilan annuel. Il a semblé, dès lors, préférable, pour simplifier les revisions, de présenter les comptes suivant un cadre unique, applicable quelle que soit la formule choisie. Ce sera un modèle de déclaration que le concessionnaire devra remplir chaque année, dès la mise en service de l'usine (articles 45 ou 45 *ter*) ou à partir de la onzième année, si le mode de partage adopté est celui de l'article 45 *bis*. Cette comptabilité fiscale sera donc entièrement distincte de la comptabilité sociale. Elle aura ses règles propres, ses imputations, en quelque sorte forfaitaires, qui vont être précisées.

Elle comprendra : le compte d'établissement; celui d'exploitation; celui du partage des bénéfices :

1° *Compte d'établissement* (*annexe I*). — Le compte d'établissement sera dressé, dès la mise en service de l'usine concédée, d'après le modèle ci-après (annexe I). La colonne de gauche du tableau contenant les mêmes rubriques que le tableau I annexé à la circulaire du 24 juillet 1921, avec, en plus, l'indication du fonds de roulement présumé égal au tiers des dépenses annuelles, on devra y reproduire les chiffres correspondants de ce tableau après la revision prescrite pour la fixation définitive des tarifs maxima. On inscrira, dans la colonne de droite, pour un total égal, le capital susceptible de rémunération, en distinguant les actions des obligations si l'on a fait le choix de la formule de revision prévue aux articles 45 et 45 *bis*.

Au cours de l'exploitation, ce compte pourra subir des modifications par suite :

1° Du remplacement des ouvrages et du matériel hors d'usage;

2° Des travaux complémentaires ayant pour but une extension de l'entreprise.

1° Renouvellement. — Chaque année, sur la recette brute, ainsi qu'il est dit ci-après, le concessionnaire est autorisé à prélever une annuité fixe pour le renouvellement des immobilisations périssables.

Ces prélèvements s'accumuleront chaque année à des comptes spéciaux figurant pour ordre à la colonne de droite du compte d'établissement sous la rubrique : « Fonds de renouvellement ». Lorsque le concessionnaire procédera au renouvellement d'une immobilisation, la valeur du remplacement, déduction faite du produit de la vente du matériel usagé, sera imputée tout d'abord au fonds de renouvellement correspondant qui sera diminué d'autant. L'excédent seul viendra en augmentation des chiffres figurant à la colonne de gauche.

2° Travaux complémentaires. — Le montant des travaux complémentaires entrepris d'accord avec l'administration, sera imputé tout d'abord sur le compte : « Réserve pour extension de l'entreprise ». L'excédent seul viendra en augmentation des postes correspondants du compte d'établissement. Ce compte de réserve sera alimenté par un prélèvement annuel égal au plus à la moitié du solde du compte d'exploitation restant après la rémunération des capitaux, leur amortissement et le payement des impôts sur les titres pris en charge par la société. Le prélèvement cessera dès qu'il aura atteint y compris, la réserve légale, 20 p % du total inscrit à la colonne de gauche.

A la colonne de droite, le compte capital, dont le montant sera toujours égal à celui de la colonne de gauche, distinguera le capital non amorti du capital amorti annuellement; par application des articles 45, 45 *bis*, et 45 *ter* du cahier des charges type.

Viendront ensuite pour ordre :

a) Le fonds de renouvellement.

b) La réserve légale.

c) La réserve pour extension de l'entreprise.

Pour le calcul du capital investi ayant droit à rémunération avant tout partage des bénéfices, les réserves ci-dessus (*b* et *c*) seront ajoutées au total des capitaux non amortis figurant dans la première partie de la colonne de droite du tableau.

2° *Compte d'exploitation* (*annexe II*). — Le compte d'exploitation sera unique pour l'ensemble des usines ayant fait l'objet d'une même concession, c'est-à-dire d'un cahier des charges unique. Il comprendra (annexe II) au crédit, les recettes d'exploitation; au débit, les dépenses d'exploitation, d'entretien et de renouvellement du matériel, telles que les énumère le tableau II annexé à la circulaire du 24 juillet 1921.

A. — *Recettes d'exploitation.* — L'évaluation, aussi exacte que possible, des recettes d'exploitation (c'est-à-dire des recettes provenant exclusivement de l'énergie supposée vendue à la sortie de l'usine génératrice) doit servir de base à tous les calculs qui vont suivre. Si donc on se trouve dans l'impossibilité de dégager le montant de ces recettes, on renoncera à procéder à la revision de la redevance dont le taux pour les années suivantes, restera dès lors celui qui avait été fixé à l'origine de la concession.

Il convient de préciser à cet égard les diverses hypothèses qui peuvent se présenter :

1° La société concessionnaire a pour objet principal la vente de l'énergie.

a) *Directement* au public, qui vient prendre le courant à l'usine concédée; dans ce cas, la vérification des contrats passés avec la clientèle vous permettra de dégager le chiffre de la recette brute.

b) *Directement* au public, mais par l'intermédiaire d'un réseau de transport ou de distribution exploité par le concessionnaire même de l'usine génératrice. Dans ce cas, le chiffre de la recette brute présumée de l'usine sera établi d'après le prix de vente de l'énergie aux clients du réseau distributeur, en déduisant les frais de transport, de distribution et le bénéfice correspondant à cette branche d'exploitation.

c) *Par l'intermédiaire* d'une ligne de transport ou d'un réseau de distribution exploité par d'autres que le concessionnaire de l'usine génératrice. Dans ce cas, comme dans le cas précédent, le chiffre de la recette brute présumée ce l'usine sera établi d'après le prix de vente de l'énergie aux clients (distributeur ou consommateurs directs) en déduisant encore les frais et le bénéfice correspondant à son transport et à sa distribution.

S'il apparaît qu'il y ait entente entre le concessionnaire et le client (consommateur ou distributeur) pour acheter l'énergie à un prix intentionnellement minoré, vous vous efforcerez par tous les moyens dont l'administration dispose, de rétablir le prix exact de l'énergie. Dans ce cas, le

taux de la redevance, provisoirement et en attendant que les faits aient été établis, restera tel qu'il avait été primitivement fixé par le cahier des charges;

2° La société a pour objet principal l'utilisation du courant sur place.

Dans ce cas, le prix de vente du courant ne peut être qu'un prix virtuel pour ordre. Comme dans le cas précédent, il ne peut pas y avoir revision sur les bases des articles 45, 45 *bis* et 45 *ter*. Le taux de redevance primitivement fixé sera donc purement et simplement maintenu pour les années suivantes;

3° La société vend une partie de l'énergie au public (comme aux paragraphes *a*, *b* et *c*, premier alinéa du premier cas ci-dessus) et cède le surplus à des filiales ou l'utilise pour son propre compte; alors, on distinguera deux cas :

Si la société vend au public dans les conditions prévues ci-dessus, plus de la moitié de l'énergie produite, on admettra que la portion consommée sur place ou cédée à des filiales aura fourni par kilowatt-heure, la même recette que l'unité d'énergie vendue au public, comme si toute la production était achetée par des tiers.

Au contraire, si la société consomme sur place ou cède à des filiales plus de la moitié du courant produit, il ne sera pas fait de revision et l'on continuera à appliquer le taux de la redevance inscrit à l'article 44 du cahier des charges.

B. — *Dépenses d'exploitation, d'entretien ou de renouvellement.* — Les rubriques figurant au débit du compte d'exploitation sont les mêmes que celles du tableau II annexé à la circulaire du 24 juillet 1921.

Pour les frais généraux, salaires, matières consommables, le concessionnaire devra tenir un compte à part de celles de ces dépenses qui peuvent se spécialiser à l'objet de la concession. Pour les autres, la répartition entre le compte concession et les autres branches de l'exploitation se fera proportionnellement aux charges annuelles correspondant à chacun d'eux.

Les frais d'entretien les objets immobilisés dans la concession seront évalués forfairairement à 1 ou 2 % de la valeur pour laquelle chacun d'eux figure au compte d'établissement. Il en sera de même des frais de renouvellement pour lesquels les taux suivants pourront être adoptés :

Conduites forcées et vannes métalliques, 3,3 % (durée 30 ans).

Turbines et alternateurs, 6.6 % (durée 15 ans).

Appareillage électrique, 10 % (durée 10 ans.

3° *Compte de partage des bénéfices.* — Le compte de partage des bénéfices (annexe III) comprendra, au crédit, le solde du compte d'exploitation, au débit, l'intérêt des capitaux immobilisés portés au compte d'établissement; l'amortissement correspondant; les impôts pris en charge par la société; la réserve légale pour le chiffre qui figure au compte annuel de la société et la réserve pour extension de l'entreprise.

Ces trois comptes devront être arrêtés au 31 décembre de chaque année et vous être remis avant la fin du premier trimestre suivant. Ils seront établis par usine ou par groupe d'usines ayant fait l'objet d'une même concession. Les différends qui pourront surgir, au cours de la vérification qui suivra, seront soumis à une commission de trois membres désignés, l'un par le ministre des travaux publics, le second par le concessionnaire et le troisième par les deux premiers ou, en cas de désaccord par le président du comité consultatif des forces hydrauliques, sur une liste de noms arrêtés par le comité.

4° *Fixation de la part de l'Etat.* — L'Etat prélèvera tantôt un pourcentage fixe du solde du compte de partage des bénéfices (art. 45 et 45 *ter*), tantôt un pourcentage croissant avec l'importance du superbénéfice par rapport au capital actions (art. 45 *bis*). Dans le premier cas, la part de l'Etat sera, en général, de 10 % de la moyenne des soldes du compte de partage des bénéfices au cours des années précédant la revision.

Dans le second cas (art. 45 *bis*), les taux admis seront ceux de 10 % pour le premier palier, 25 % pour le second et 50 % pour le troisième.

5° *Minimum de perception.* — Les taux minima de la redevance proportionnelle seront uniformément fixés à 75 % des taux arrêtés pour la première période décennale à l'article 44 ou à 75 % de la recette qu'assurerait au Trésor le jeu de la redevance primitivement fixée au cas où l'on aurait choisi le mode de revision de l'article 45 *bis*.

SECTION B. — RÈGLES SPÉCIALES APPLICABLES AUX USINES CONCÉDÉES SUR LES CANAUX OU RIVIÈRES CANALISÉES

Les règles fixées ci-dessus pour les usines concédées sur les cours d'eau non canalisés, sont également applicables aux usines concédées sur les canaux et rivières canalisées. Mais il convient de tenir compte du caractère spécial de la voie navigable et de faire subir en conséquence aux redevances une double correction.

a) D'une part, il faut, en effet, remarquer que l'usage de l'énergie sur les canaux reste essentiellement subordonnée aux nécessités du trafic. Il en résulte que l'exploitation de l'usine se trouvera grevée de sujétions qui auront pour effet de diminuer notablement, et quelquefois dans une très forte mesure, la valeur commerciale de l'énergie produite. Pour ne pas accabler l'entreprise sous des charges financières que le prix de vente ne permettrait pas de compenser, vous diminuerez la redevance fixe, telle qu'elle serait calculée s'il s'agissait d'un cours d'eau non canalisé, d'une fraction comprise entre 25 % et 75 % de sa valeur pour tenir compte de la dépréciation résultant des sujétions de la navigation;

b) D'autre part, les chutes des canaux ou rivières canalisées résultant de travaux antérieurement faits par l'Etat tant en ce qui concerne le lit que l'ouvrage de retenue proprement dit, une rémunération équitable de ces travaux doit être ajoutée à la valeur de base de la redevance. On calculera cette majoration, en évaluant dans chaque cas d'espèce, le bénéfice B que procure à l'usager la jouissance des ouvrages existants et en appliquant un loyer annuel de 6 % à la somme ainsi trouvée $(\frac{6}{100} B) = 1$.

Il conviendra d'ailleurs de retrancher du loyer 1 ainsi obtenu le montant des frais d'entretien (e) des ouvrages qui, en vertu de la loi de 1807, est laissé partiellement à la charge de l'usinier. Le quotient de cette différence (l-e) par le nombre N de kilowatts-heure annuels représentera la plus-value donnée par l'Etat à l'énergie de la chute du fait de la canalisation : $q = \frac{1 - e}{N}$. En conséquence, vous ajouterez à la réserve proportionnelle, telle qu'elle serait fixée s'il s'agissait d'un cours d'eau non canalisé, le terme $q = \frac{(1 - e)}{N}$ représentant la plus-value donnée au kilowatt-heure du fait de la canalisation.

CHAPITRE II

Usines autorisées.

SECTION A. — RÈGLES GÉNÉRALES

Sur les cours d'eau du domaine public, les usines autorisées continueront à acquitter les redevances prévues par la loi de 1898 et le décret du 13 juillet 1906, lequel fixe le montant de la redevance au dixième de la valeur locative de la force motrice brute concédée(ce dernier mot est impropre puisqu'il ne s'agit pas ici de concession véritable, mais d'une simple autorisation). Il importe de remarquer que cette valeur locative d'une force motrice « brute », c'est-à-dire non aménagée, ne saurait en aucun cas, être assimilée à celle des forces motrices prêtes à servir comme celle d'une machine à vapeur ou d'une usine hydraulique existante. Il s'agit, en effet, ici, de forces motrices simplement en puissance, à l'état latent dans une chute d'eau que le permissionnaire devra installer à ses frais; leur valeur locative est donc beaucoup plus faible et il est essentiel d'en tenir compte dans l'application du décret de 1906.

SECTION B. — RÈGLES SPÉCIALES APPLICABLES AUX USINES AUTORISÉES SUR LES CANAUX ET RIVIÈRES CANALISÉES

Sur les canaux et rivières canalisées, subsiste également la réglementation antérieure d'après laquelle le ministre des finances agissant comme en matière de produits et revenus domaniaux, fixe lui-même, sur les propositions des services techniques, les redevances à imposer, en tenant compte des avantages procurés au permissionnaire. Il importe néanmoins qu'il n'y ait aucune divergence essentielle entre le calcul des redevances suivant que les usines sont autorisées sur les canaux et rivières canalisées ou les autres cours d'eau du domaine public.

En conséquence, il ne paraît pas y avoir lieu de modifier la base de redevance adoptée jusqu'ici pour les usines dont il s'agit, c'est-à-dire le dixième de la valeur locative de la force motrice dans la région considérée. C'est la règle posée par le décret de 1906; son extension aux canaux, bien que n'étant pas obligatoire, permettra d'éviter des discordances fâcheuses entre les diverses natures de voies navigables. Mais, dans la fixation de ladite valeur locative vous ne perdrez pas de vue les remarques précédentes concernant l'usage des ouvrages de navigation et les sujétions qu'il entraîne pour le permissionnaire. Nous renvoyons donc, en ce qui touche le calcul de la redevance fixe applicable aux usines autorisées sur les canaux et rivières canalisées, aux instructions données plus haut en ce qui concerne les usines concédées de la même catégorie en insistant sur ce point que l'Etat a tout intérêt à ne pas décourager les industriels qui se montrent disposés à utiliser les forces perdues aux barrages de navigation malgré leur importance généralement médiocre, les pertes considérables qui se produisent aux ouvrages auxquels il leur est interdit de toucher et les arrêts ou autres inconvénients imposés par les besoins de la navigation.

CHAPITRE III

La taxe de statistique.

La loi du 16 octobre 1919 dispose, en son article 8, que les entreprises concédées sont assujetties au payement d'une taxe annuelle, fixée à 5 centimes par kilowatt de puissance normale; l'article 16 étend cette obligation aux usines autorisées; les articles 16 et 29 imposent également le payement de cette taxe aux usines existantes à la date de promulgation de la loi, aux usines ayant une existence légale, ainsi qu'à celles qui font partie intégrante d'entreprises déclarées d'utilité publique.

Des instructions vous ont été adressées le 22 févier 1921 en vue de la mise en application de ces dispositions de la loi, mais dans la pratique des difficultés ont surgi touchant notamment la mise en recouvrement de la taxe de statistique des usines dont la puissance normale est très faible.

Le payement de la taxe, lorsque les rôles s'élèvent à quelques centimes impose, en effet, aux redevables, chaque année, des dérangements inutiles et, à l'administration, des écritures qui ne sont pas en rapport avec l'importance des sommes perçues.

Dans ces conditions, et bien que la taxe de statistique soit une taxe annuelle aux termes de l'article 8 de la loi du 16 octobre 1919, les ingénieurs, lorsque la somme à percevoir sera inférieure à 1 fr., pourront se contenter de dresser les rôles de perception seulement tous les cinq ans, à la condition de signaler chaque année, les changements qui auraient pu survenir dans la consistance des usines portées sur le dernier rôle. De son côté, la direction des domaines ne fera procéder au recouvrement, par le receveur compétent, que par périodes quinquennales à compter du 1er janvier 1921. Il n'est rien modifié pour le surplus, à la circulaire du 22 février 1921.

J'adresse directement copie des présentes instructions aux ingénieurs en chef des services des forces hydrauliques,

Le ministre des finances,
Ch. de Lasteyrie.

Le ministre des travaux publics,
Yves Le Trocquer.

Le ministre de l'agriculture,
Henry Chéron.

ANNEXE I

Compte de premier établissement.

ACTIF	PASSIF
I. — Frais improductifs. a) Frais d'études et de constitution de la société. b) Frais d'émission, commissions. c) Intérêts intercalaires. II. — Concession. 1° Terrains : 2° Ouvrages fixes : a) Barrages. b) Ouvrages d'amenée et de fuite. c) Conduites forcées et vannes. d) Bâtiments; 3° Matériel hydraulique. III. — Domaine privé. 1° Matériel électrique et de secours; 2° Appareillage électrique. 3° Outillage et mobiles. IV. — Fonds de roulement.	Capital : { Actions... { amorti. / non amorti. — Emprunts sous forme d'obligations ou autres.. { amorti. / non amorti. }

ANNEXE II

Compte d'exploitation.

DÉPENSES D'EXPLOITATION	RECETTES BRUTES D'EXPLOITATION
a) Frais généraux : Direction et frais de service. Impôts, assurances, redevances. b) Salaires. c) Matières consommables. d) Entretien et réparation : Ouvrages fixes. Conduites et vannes. Matériel électrique. Matériel hydraulique. Ligne et appareillage. e) Renouvellement : Conduites et vannes. Matériel électrique. Matériel hydraulique. Lignes et appareillage. Solde.	....

ANNEXE III

Compte de partage des bénéfices.

	SOLDE DU COMPTE D'EXPLOITATION
1° Intérêt des capitaux immobilisés. 2° Amortissement des capitaux immobilisés. 3° Impôts pris en charge par la société. 4° Réserve légale. 5° Réserve pour extension de l'entreprise. Solde à partager.	....

ANNEXE IV

Comptes d'ordre.

I. — Fonds de renouvellement :
1° Concession :
a) Ouvrages fixes à renouveler au cours de la concession.
b) Matériel hydraulique.
2° Domaine privé :
a) Matériel électrique et de secours.
b) Appareillage électrique.
c) Outillage et mobilier.
II. — Réserves :
Réserve légale
Réserve pour l'extension de l'entreprise.

CARNET DE LA T. S. F.

Radio-téléphonie.

En outre du radio-concert quotidien de la Tour Eiffel, à 17 h. 10, le poste « Radiola » transmet de Paris, tous les soirs :

A 20 h. 45, Bulletin financier et cours des changes ;

A 20 h. 48, résultats des courses ;

A 20 h. 50, informations ;

A 21 h., concert avec le concours d'artistes des principaux théâtres.

Prévisions météorologiques.

Nous étant fait l'écho de plaintes relatives aux brouillages de postes, nous avons reçu la réponse officielle suivante :

« Les troubles provoqués par les postes émetteurs puissants dans la réception des prévisions météorologiques par téléphonie sans fil ont préoccupé l'Office National Météorologique. Il n'est malheureusement pas possible de suspendre le trafic international des grands postes pour faciliter les réceptions radiotéléphoniques. Mais l'Office National Météorologique étudie avec les administrations intéressées des différents Ministères (Postes et Télégraphes, Guerre, Agricululture, etc.) les moyens les plus convenables pour réduire les troubles causés par les postes radiotélégraphiques puissants. »

TRIBUNE DES ABONNÉS

Notre Tribune est une rubrique de renseignements mutuels ouverte à tous nos abonnés. La Rédaction de l'*Electricien *n'est pas responsable des réponses fournies. Nous prions nos lecteurs de limiter leurs demandes au domaine de la pratique industrielle.

DEMANDES

N° 835. — J'ai deux moteurs 65-70 HP triphasé 220 volts qui, restant périodiquement 2 ou 3 jours sans marcher, sont mouillés par suite de la grande humidité du local. Remède pour les sécher ? S'il y avait des appareils électriques à mettre en service tels que transformateurs ou autres, avoir l'obligeance de me donner des détails sur la construction. (Exclure chaleur de foyer).

N° 836. — Un propriétaire ayant mis la clause suivante dans un bail de maison : « Les preneurs sont autorisés à faire poser l'électricité dans les locaux mis à leur disposition, mais à leurs risques personnels et à leurs frais, et dans le cas où ils le feraient, les conduites du courant et l'installation complète à l'exception des appareils d'éclairage et du compteur resteront la propriété du bailleur en fin de jouissance et ce sans indemnité ». Le bail est de 6, 9 ou 12 ans au gré des deux parties.

Le propriétaire est-il dans son droit, et que faut-il entendre comme appareils d'éclairage ?

N° 837. — Pourrait-on m'indiquer l'installation à exécuter, la composition du bain, la force de la génératrice à employer pour enlever, par électrolyse, une mince couche d'étain qui recouvre des tubes en laiton.

Je dispose d'un bac en bois de 6 × 0,80 × 0.45 mètres.

Les tubes ont de 5 mètres à 5 m. 50 maximum ; 20 millimètres de diamètre extérieur.

Il faudrait traiter 25 à 50 tubes à la fois.

N° 838. — Existe-t-il un ouvrage qui traiterait toutes les marques de dynamo électriques pour automobiles, avec leurs systèmes de régulations, etc. ?

N° 839. — Existe-t-il des ouvrages traitant d'une façon succincte le sujet suivant :

Houilles. — Réserves mondiales et françaises ; statistiques de production et de consommation ; pouvoir calorifique ; méthode de mesure.

Combustibles liquides. — Pétrole, mazout, essences, alcool industriel ; réserves ; statistiques ; comparaison en prix et qualités.

Houille blanche. — Réserves. Utilisation rationnelle des bassins ; prix de revient du kilowatt installé.

Utilisation des marées.

N° 840. — J'ai plusieurs moteurs asynchrones triphasés 50 pér.-200 volts en étoile marchant sur un secteur monophasé à 200 volts 42 pér. J'ai fait le montage ci-contre (fig. 0) sur un moteur 20 HP triphasé. En monophasé, j'obtiens 9 HP 5 pour la même intensité dans le stator, soit 54 ampères en charge et 31 ampères à vide.

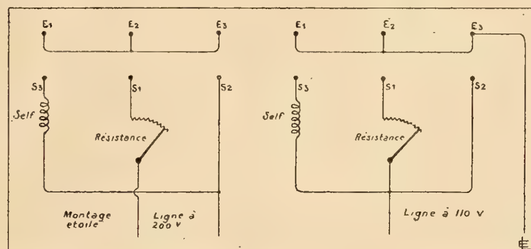


Fig. 1.

Voulant faire marcher ce même moteur sur du 110 volts 42 périodes monté en triangle puisqu'il est bobiné en 115/200. J'ai 93 ampères à vide dans le stator. Pourrait-on m'expliquer pourquoi 93 ampères à vide ; et est-il possible qu'un moteur triphasé en triangle marche en monophasé ? Comment calculer la self et la résistance d'un moteur monophasé pour le démarrarge ?

N° 841. — A la distance de 340 kilomètres de Paris, peut-on employer un cadre pour pouvoir recevoir les radios téléphoniques de la Tour Eiffel ? et dans l'affirmative, indiquer les dimensions du cadre et le nombre de spires le composant, ainsi que le nombre de lampes amplificatrices à installer sur l'appareil récepteur.

N° 842. — Désirant installer un appareil récepteur de téléphonie sans fil dans un rayon de 300 à 400 kilomètres de Paris, avec antenne prismatique à 5 brins, je serais reconnaissant à un lecteur au courant de cette partie de bien vouloir me donner les renseignements suivants :

1° Le schéma d'installation et la nomenclature entière des appareils nécessaires pour un rendement parfait ;

2° Quel rôle joue l'amplificateur haute fréquence ?

Quel rôle joue l'amplificateur basse fréquence ?

Dans quel cas emploie-t-on les deux, ou un seulement et lequel ?

3° Indiquer une maison sérieuse pour la vente de ces appareils ;

4° Indiquer un manuel pratique traitant de la téléphonie sans fil.

5° Pour la charge des accumulateurs, 4 volts, 40 ampères-heure avec le courant alternatif, quelle est la façon de faire la plus pratique, la moins coûteuse et donnant le meilleur rendement. Ce dernier est-il le même qu'avec le courant continu et y a -t-il davantage d'usure ou de détérioration des accus ?

6° L'adjonction d'une tubulure en forme de T placée entre les deux écouteurs, la grande branche du T correspondant à un cornet ou pavillon suffit-elle pour diffuser le son et permettre, à plusieurs personnes placées autour, d'entendre aussi bien qu'avec les écouteurs ?

N° 843. — Demande catalogues appareillage lumière et T. S. F.

N° 854. — Demande schéma pour deux lampes amplificatrices, pour réception en Oudin, détecteur Galène.

N° 845. — J'ai à construire un petit conjoncteur-disjoncteur pour charge accus. Le voltage variera entre 8 et 10 volts et l'intensité entre 2 et 6 ampères. La charge se faisant par une petite dynamo à excitation shunt de 3 à 10 volts. Un abonné peut-il en indiquer montage avec schéma ?

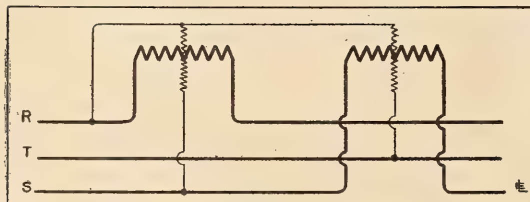


Fig. 2.

N° 846. — Dans les compteurs d'énergie déwattée pour courants triphasés (Siemens et Landis) j'ai relevé le schéma fig. 2 : Ces compteurs donnent-ils une relation plus approchée que celle obtenue pour le montage des intensités avec les tensions des 2 autres phases. Quelle est cette relation et la preuve si possible par la méthode vectorielle?

Pourquoi sont-ils dépendants du sens de rotation des phases ?

Demandes d'adresses de constructeurs.

N° 847. — Demande adresses constructeurs petites dynamos 8 à 12 volts, 5 à 6 ampères.

RÉPONSES

N° 767 R. — Si la ligne de lumière transporte de l'alternatif, opérez de la façon suivante :

Sur un tube de carton (comme se servent les libraires pour expédier les brochures) de 4 à 5 centimètres de diamètre et 40 à 50 centimètres de longueur, enroulez 20 mètres environ de fil 9/10 ou 12/10 isolement caoutchouc ou coton, puis enroulez en sens inverse et sans aucune liaison exactement la même longueur de même fil. Prenez un fil de chaque bobine aux extrémités opposées et reliez l'un à la ligne lumière (phase ou neutre), l'autre au poste. Les autres extrémités devront rester libres. L'audition est parfaite. Les bruits de démarrage de moteurs sont éliminés.

E. R.

N° 790 R. — Il est préférable de faire l'installation avec fils émaillés tendus sur taquets genre Métropolitain. Le tube tôle plombée, même recouvert de deux couches de minium, ne résiste pas longtemps aux acides.

E. R.

N° 793 R. — Un fort court-circuit peut provoquer le désamorçage. Vous devriez supprimer l'interrupteur sur l'excitation. L'extra-courant de rupture peut griller les inducteurs et inverser la polarité de l'aimantation rémanente si celle-ci est faible.

E. R.

N° 800 R. — Actuellement il existe quelques moyens peu sûrs et encore à perfectionner. Il faut en effet tenir compte de la sécurité, de la sélection et de la puissance des signaux envoyés, ce qui complique les organes et nécessite la construction de relais très sensibles.

Le problème comporte :

Amplification des signaux pour l'action sur un relais capable de provoquer la mise en marche d'une sonnerie par exemple ;

Réglage précis des organes de réception pour éviter parasites et communications différentes ;

Réglage précis du relais pour qu'il ne réponde qu'au signal transmis par le poste d'envoi.

On voit qu'il faut faire usage de récepteurs très sélectifs, d'amplificateurs à très basse fréquence et de relais à retard, étudiés de façon à actionner un commutateur spécial.

Le probèlme conduit à des complications difficiles à résoudre par l'amateur.

L'étude peut pourtant en être faite, mais ne rentrerait pas dans le cadre d'une réponse simple. Voir en particulier le système Chauveau de la S. F. R.

P. M.

N° 801 R. — *Calcul de la puissance d'un moteur électrique destiné à remplacer un manège.* — Un bon cheval attelé à un manège peut produire de 2/3 à 3/4 de HP d'une

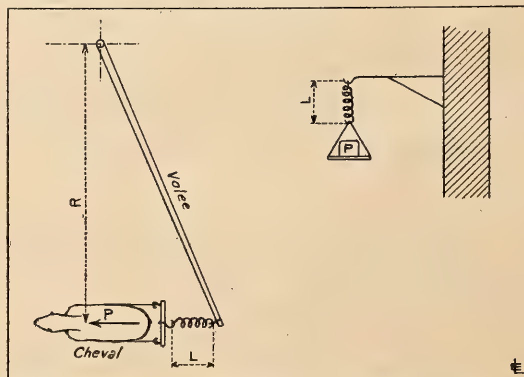


Fig. 3.

manière continue, mais, pendant un temps très court « coup de collier ») il peut donner 5 à 6 fois plus.

Si l'on veut plus de précision, il faut mesurer la puis-

sance absorbée par l'appareil à mouvoir. L'emploi d'un dynamomètre de torsion placé sur l'appareil est tout indiqué mais ce moyen n'est pas simple et exige un matériel spécial; nous n'envisagerons que le moyen de fortune suivant (fig. 3):

Relier le palonnier du cheval à la volée par l'intermédiaire d'un ressort dont on mesure la longueur L en marche. Relever aussi le nombre de tours de manège N que fait le cheval en 10 minutes et le rayon R (en mètres) du manège. Démonter alors le ressort et le charger de poids jusqu'à ce qu'il ait atteint la longueur L précédemment trouvée. On trouve ainsi facilement la force P (kilos) qui lui donne la longueur L. La vitesse du cheval était :

$$\frac{2 \pi R N}{10 \times 60} = V \text{ (mètres par seconde)}$$

et la puissance produite

$$\frac{P \times V}{75}$$

ou $\frac{2 \pi R N P}{10 \times 60 \times 75}$ chevaux (de 75 kilogrammètres /seconde).

Le ressort doit pouvoir résister à 500 kgs; il peut être constitué par un ressort de voiture, un ressort à boudin ou même fabriqué avec une bande de caoutchouc.

La puissance ainsi trouvée doit être réduite dans un rapport égal au rendement des engrenages du manège (0,5 à 0,7). Mais il faut aussi tenir compte du rendement de la transmission future du moteur à l'appareil à mouvoir (qui est souvent plus élevé). De sorte que la puissance trouvée plus haut peut être généralement prise pour celle du moteur électrique. L. Bescond.

N° 809 R. — La section de la ligne est donnée par la relation :

$$S = \rho \frac{l \times P}{p V^2_{ef} \cos \varphi}$$

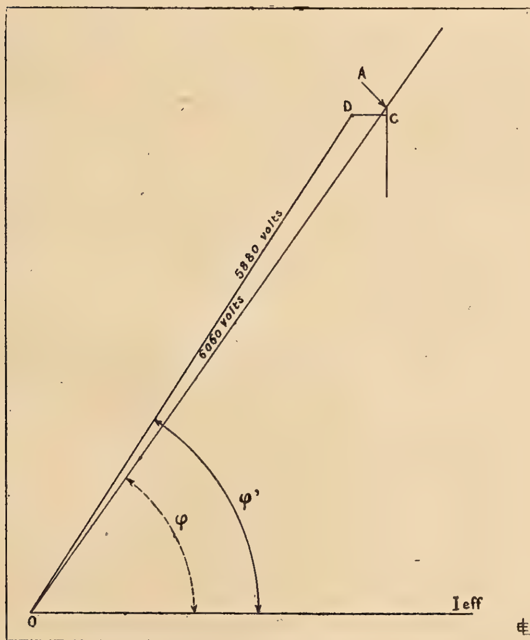


Fig. 4

S section de la ligne en millimètres carrés.
ρ résistivité du cuivre en microhms/cm par centimètre carrés = 1,8.
l longueur simple de la ligne en mètres = 8.000 m.
P puissance en volts-ampères au départ = 250.000 V A.
p perte en ligne en % = 6.
V_{ef} tension au départ = 10.500 volts.
Cos φ au départ = 0,82.

$$S = 1,8 \times \frac{8.000 \times 520.000}{6 \times 10.500^2 \times 0,82} = 10 \text{ mm}^2,5$$

soit du fil de 40/10.

Chute de tension de la ligne. — On construit un graphique dans lequel (fig. 4)

$$OA = \frac{\text{Tension au départ}}{\sqrt{3}} = 6,060 \text{ volts décalée de } \varphi' \text{ sur } I_{ef}.$$

Cos φ' = 0,82 l'angle correspondant est de 55°

A C chute de tension inductive ω L I. Nous prendrons ω L.
R = 0,3 par km.
A C = 0,3 × 8 × 23ᵃ,8 = 55 volts environ.

$$C D = R I_{ef} = 10^{-2} \times 1,8 \times \frac{8.000}{12} \times 23,8 = 286 \text{ volts}$$

environ.

Do tension à l'arrivée = 10.030 volts.

Chute de tension en %

$$\varepsilon\% = \frac{10.500 - 10.030}{10.500} \times 100 = 4,5\% \text{ environ.}$$

Cos φ' à l'arrivée = 0,85.

A. G.

N° 810 R. — Moteur étoile-triangle. — Il est en effet possible de le faire marcher en étoile à faible charge à condition qu'il soit bobiné pour marcher normalement en triangle. Si le moteur est à cage d'écureuil et pourvu d'un démarreur étoile-triangle, il suffit de laisser le démarreur à la position étoile pendant la charge réduite. Sinon, le moyen le plus simple est l'emploi d'un « inverseur » tripolaire (prévu pour 40 ampères et 220 volts) et monté suivant le schéma ci-contre (fig. 5) :

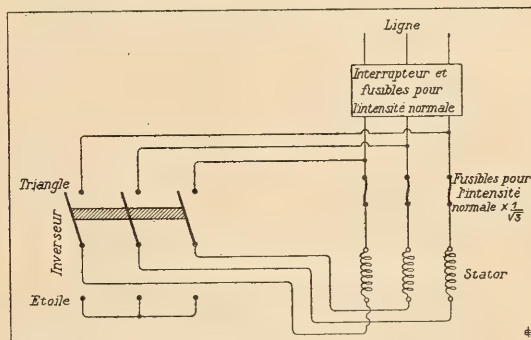


Fig. 5.

Dans *Arts et Métiers* de mars 1922 vous trouverez divers autres dispositifs répondant au même but. On peut aussi rendre la manœuvre automatique en la faisant commander par une bobine série. Il est à remarquer que, si le démarrage est pénible (dans le cas du rotor bobiné) il doit se faire en triangle, quitte à revenir à l'étoile après lancement.

L. Bescond.

N° 815 R. — *Moyens divers d'atténuer les variations d'intensité lumineuse des lampes alimentées par courant à faible fréquence (15, 25 ou 30 périodes).*

1° Transformer le courant à 25 périodes en courant continu à l'aide d'une commutatrice ou autre convertisseur tournant;

2° Si la distribution est à courant bi (ou triphasé) constituer chaque foyer éclairant par 2 (ou 3) lampes réunies

sous un même abat-jour ou dans un même globe et alimentées chacune par une « phase » différente. L'effet est le même que si la fréquence était doublée (ou triplée).

3° Abaisser la tension à une très faible valeur à l'aide d'un transformateur ou d'un diviseur de tension (employer une tension usuelle 6, 12 ou 24 volts). Les lampes à bas voltage ont un gros filament, à grande capacité calorifique, qui se refroidit moins entre 2 demi-périodes ;

4° Employer des lampes Nerst au voltage normal (ces lampes ont un ou plusieurs gros bâtonnets éclairants qui donnent une lumière stable pour la même raison que plus haut (3°) ;

Dans le cas cité (cinématographe), ce sont les 3e et 4e moyens qui conviennent le mieux.

L. BESCOND.

N° 817 R. — Il faut attribuer les perturbations et les oscillations produites sur la lumière à un ou plusieurs des moteurs triphasés qui sont placés dans la fabrique de chocolat. Il arrive que par moment ces moteurs ont, par suite de surcharges qui leur sont demandées, un glissement rotorique assez considérable dont les battements induisent une force électromotrice en plus ou en moins qui se superpose à celle du circuit qui les alimente et produit les oscillations en question. J'ai vu le même cas se produire, en 1897, à Bourganeuf, par un moteur de 120 HP fonctionnant dans de mauvaises conditions et dont le glissement atteignait, au moment de surcharges brusques, jusqu'à 12 % ; à ce moment on percevait sur la lumière une oscillation qui correspondait au battement aux glissements du moteur de 120 HP.

Il faudrait donc rechercher le ou les moteurs qui ont un glissement dépassant la normale, c'est-à-dire 3 à 4 %.

B. CORCEVAY.

N° 818 R. — La prétention de la compagnie paraît inadmissible si un nouveau bail vous a été consenti, et si vous avez souscrit une nouvelle police d'abonnement.

R. GÉRIN.

N° 846 R. — 1° Un transformateur d'intensité fonctionne toujours à flux nul, le flux produit par le secondaire étant constamment en opposition avec celui engendré par le primaire. Si le secondaire est ouvert, il ne circule pas d'intensité et ne produit pas de flux, il forme tout simplement un bobinage ouvert sur un noyau de fer parcouru par le flux engendré par le primaire ; cet enroulement

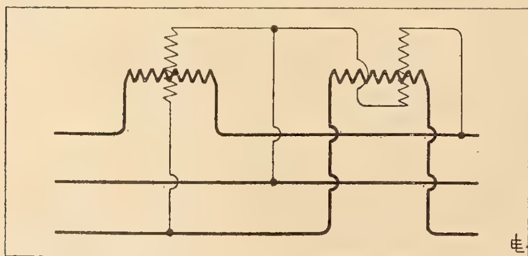


Fig. 6,

devient donc le siège d'une force électromotrice qui est fonction du nombre de tours du secondaire. Cette force électromotrice peut devenir considérable si ce nombre de tours est grand par rapport au nombre de tours du primaire. La tension aux bornes du secondaire ouvert sera donc d'autant plus grande que le rapport des intensités $\frac{\text{primaire}}{\text{secondaire}}$ sera plus grand. Ce phénomène se produit aussi bien que le transformateur soit sur la B. T. ou sur la H. T. Quand le secondaire est ouvert, l'intensité magnétisante est considérable, le transformateur chauffe et peut se détériorer.

2° Le branchement que vous indiquez n'est pas celui d'un compteur d'énergie déwattée, il doit y avoir erreur. L'électro placé à gauche sur votre schéma enregistre $\int U\,I \cos \varphi \left(\frac{\pi}{6} \pm \varphi\right) dt$ selon le sens de rotation des phases ; celui placé à droite enregistre $\int U\,I \sin \varphi\, dt$.

Pour enregistrer l'énergie déwattée vos électros devraient être branchés comme l'indique la figure 6. Dans ce cas, si vos électros sont bien branchés, le compteur enregistre :

$$\int 2\,U\,I\,\text{Sin}\,\varphi\, dt.$$

au lieu de :

$$\int \sqrt{3}\,U\,I \sin \varphi\, dt.$$

On fait donc retarder le compteur, à l'atelier d'étalonnage, dans le rapport $\frac{2}{\sqrt{3}}$, c'est-à-dire d'enviton 15 %.

On a interverti l'entrée et la sortie d'un des électros fil fin car dans le cas contraire le compteur ne tournerait pas, l'un des électros enregistrant UI Sin φ et l'autre — UI Sin φ.

E. FRANÇOIS.

N° 826 R. — On emploie en téléphonie deux sortes de transformateurs : les « translateurs » et les « bobines d'induction ». Les translateurs servent à relier des lignes téléphoniques (ou « circuits ») entre elles ou avec des circuits fantômes. Ils sont à circuit magnétique fermé. Les bobines d'« induction » servent à accoupler dans un appareil téléphonique le circuit microphonique avec la ligne. Le primaire est parcouru non par un courant alternatif simple, mais par un courant ondulé formé d'un courant continu auquel est superposé un courant alternatif de fréquence 500 à 10.000 et dont l'amplitude ne dépasse guère 10 ou 15 % du courant continu. La fermeture du circuit magnétique aurait pour résultat de le saturer sous l'influence du courant continu. Le courant alternatif à fournir pour une variation donnée de flux serait beaucoup plus grande ; les pertes par hystérésis augmentées également, la construction plus compliquée. Voyez pour plus amples détails : *Revue électrique*, 9 août 1912.

Comptes rendus de l'Académie des Sciences : 9 août et 18 novembre 1907.

L. BESCOND.

Nos 829 et 833. — Voyez le Comptoir Industriel de métaux, 100, avenue Philippe-Auguste, Paris, 11e.

N° 833 R. — Voyez l'Appareillage Helbé, 6, rue Beaurepaire, Paris.

N° 834 R. — M. Bescond, 67, rue de Paris, Clamart (Seine), peut fournir le transformateur demandé.

Errata au n° 1312 du 15 novembre (article sur les clapets électrolytiques), pag 516, figure 8. *Lire* : secondaire 90 spires de 12/10 au lieu de 300. Même page, ligne 14, 1re colonne. *Lire* : 90 spires du même fil au lieu de 300. (Le nombre total des spires scondaires pour les 3 phases peut être porté à 300 si l'on place une self sur chaque phase d'alimentation des clapets.)

Le Gérant : L. DE SOYE

PARIS. — L. DE SOYE, IMPRIMEUR, 18, RUE DES FOSSÉS-S.-JACQUES, Ve.
Téléph. 806-44

38e Année. — No 1314. 15 Décembre 1922

L'ÉLECTRICIEN

Rédacteur en chef : L.-D. FOURCAULT

DISTRIBUTIONS D'ÉNERGIE

Les sous-stations automatiques.

Depuis quelques années, les sous-stations automatiques se sont rapidement développées en Amérique, surtout dans les entreprises de traction, et leur succès paraît quelque peu mérité. En Europe, les exploitants sont beaucoup plus hésitants et les sous-stations automatiques n'y sont pas encore répandues. Nous allons néanmoins décrire quelques-unes d'entre elles, pour montrer tout le parti qu'on peut tirer de l'automaticité dans la transformation des courants alternatifs en courant continu.

Généralités.

Une sous-station automatique doit satisfaire à un certain nombre de conditions pour fonctionner sans le secours d'aucun personnel : mise en service le matin, mise hors service le soir, remise en service après un déclenchement survenu lors d'une interruption du courant primaire ou de courts-circuits du côté secondaire, déclenchement permanent et avertissement en cas de perturbations continues. Dans tous les systèmes, on résout le problème par une combinaison de relais, de dispositifs de contact et de commandes électriques à distance agissant sur différents interrupteurs. La mise en marche le matin et la mise hors service le soir sont exécutées à l'aide d'un dispositif automatique à mouvement d'horlogerie, semblable à celui qu'on utilise pour l'éclairage des rues.

On sait que le démarrage des commutatrices peut être obtenu de trois manières : par le côté continu, à l'aide de rhéostats de démarrage; par le côté alternatif, à l'aide d'un moteur de démarrage auxiliaire; par le côté alternatif, en faisant fonctionner momentanément la machine en moteur asynchrone. Cette dernière méthode, la plus répandue, est celle qui a été adoptée dans les sous-stations automatiques Brown-Boveri, et nous allons décrire celle installée par cette société à Bâle.

Pour réaliser ladite méthode, on amène aux bagues collectrices de la commutatrice du courant alternatif à tension réduite, pris aux bornes secondaires du transformateur d'alimentation. L'enroulement inducteur et le circuit amortisseur, logés dans des encoches pratiquées dans des épanouissements polaires, jouent alors le rôle d'induit en cage d'écureuil. Le démarrage se fait pratiquement sans étincelle, pour des commutatrices de 1.000 kilowatts et 600 volts (1).

Au début, l'enroulement inducteur reste constamment fermé sur le rhéostat de champ, connecté sur une position fixée une fois pour toutes et correspondant à $\cos \varphi = 1$ à pleine charge. Si le

(1) Avec une puissance unitaire plus élevée, qui ne se rencontre pas ordinairement dans le cas de sous-stations automatiques, il faudrait un moteur de démarrage auxiliaire.

champ n'était pas fermé sur des résistances, il serait à ce moment le siège de tensions induites de plusieurs milliers de volts, qui donneraient lieu à des effluves dans l'enroulement de la commutatrice et le circuit d'excitation. La vitesse synchrone est atteinte en 30 secondes dans le cas d'une commutatrice de 250 kilowatts.

La polarité existant au synchronisme dépend du hasard. Si elle n'est pas bonne, on doit la modifier artificiellement en mettant la machine hors circuit pendant 2 ou 3 secondes, et essayant ensuite de la brancher sur le réseau jusqu'à ce qu'elle ait la polarité voulue. Ou bien, lorsque la vitesse synchrone



Fig. 1. — Sous-station automatique Brown-Boveri, de Riehen (Suisse).

est atteinte, on coupe l'excitation de la commutatrice pendant un laps de temps déterminé, la tension induite et la fréquence du courant d'excitation sont alors très faibles, ce qui a pour effet de faire glisser le rotor d'un espace polaire en arrière et de rétablir la bonne polarité. Cette méthode est adoptée dans les sous-stations automatiques que nous décrivons : le circuit d'excitation est ouvert et fermé par un relais de polarisation ou polarisateur.

Dans toute sous-station automatique, les différents appareils agissant sur les interrupteurs (commandes électriques, jeux de contacts, relais) sont verrouillés électriquement entre eux et forment, dans leur ensemble, un système d'enclenchement et de déclenchement. Ces deux systèmes peuvent à leur tour être partagés en différents groupes. Les appareils sont disposés pour fonctionner, à tout moment, dans l'ordre voulu, en admettant que les conditions de service du moment le permettent.

Les relais et commandes électriques des interrupteurs sont alimentés par différentes sources d'énergie auxiliaires :

Un transformateur monophasé de 5 kVA alimente les commandes à distance par moteur des interrupteurs du côté alternatif, ainsi que tous les enroulements de tension des relais à maximum et à action différée et le relais à tension nulle.

Une petite batterie d'accumulateurs portative de 60 v., 1 Ah, chargée tous les quinze jours, fournit le courant nécessaire au déclenchement des interrupteurs principaux du groupe correspondant, et à l'alimentation d'une bobine du relais de polarisation, pendant la période de démarrage.

Les interrupteurs des feeders sont pourvus d'un dispositif de déclenchement à tension nulle. Les commandes par électro-aimant, branchées sur le réseau du côté continu, sont alimentées par le courant continu de la commutatrice même.

La mise en service le matin et l'arrêt le soir sont commandés par un dispositif automatique à mouvement d'horlogerie qui met sous tension, à une heure déterminée, les barres collectrices « enclenchement ». Les relais branchés sur ces barres sont ainsi excités, et enclenchent successivement, dans l'ordre voulu, les interrupteurs correspondants. De même, les organes de déclenchement des interrupteurs principaux sont connectés sur les barres collectrices « déclenchement », qui sont mises sous tension, au moment du déclenchement, par la batterie spécialement prévue.

Fonctionnement d'une sous-station automatique.

Analysons maintenant, en suivant le schéma de la figure 2, les diverses opérations qui se produisent lors de la mise en marche de la sous-station.

Le dispositif automatique à mouvement d'horlogerie 11, qui peut être remplacé par un interrupteur à main 10, ferme son contact. Les barres collectrices « enclenchement » 14 sont alors sous tension. Le relais R^1 agit au bout de 3 secondes environ et ferme ainsi le circuit « enclenchement » de la commande à distance par moteur M^1.

L'interrupteur du transformateur 1 est par suite enclenché et le contacteur C_2 se ferme, tandis que C_1 et C_9 s'ouvrent.

C_2, C_3 et C_4 étant fermés, le circuit de démarrage de la commande à distance par moteur M_2 est fermé. D'ailleurs, les contacts de verrouillage C_3 et C_4 sont fermés, si l'interrupteur de démarrage 4 et le disjoncteur de la commutatrice 5 sont ouverts.

La fermeture du circuit de démarrage M_2 a pour effet de mettre l'interrupteur de démarrage 4 dans sa position de démarrage (à droite, sur le schéma), immédiatement après l'enclenchement du transformateur.

Dans ces conditions, le contacteur C_5 est fermé, et le relais à maximum et à action différée R_2 est sous tension et ferme son contact au bout de 100 secondes environ au maximum. La commutatrice mettant 30 secondes pour atteindre la vitesse

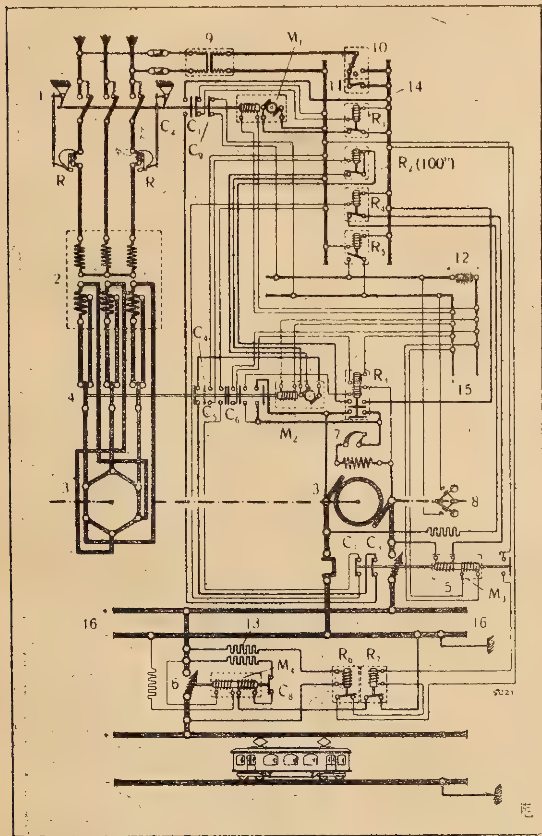


Fig. 2. — Schéma des connexions.

synchrone, si la bonne polarité n'est pas alors réalisée, le polarisateur R_3 entre en action, en connectant le circuit d'excitation de la commutatrice et en déclenchant le relais R_2, qui revient à sa position initiale. De cette manière, R_2 ne peut fermer son contact que lorsque la polarité de la commutatrice est celle qu'il faut : il faut donc que les contacts de R_3 restent fermés pendant un temps égal à celui pour lequel R_2 est réglé (50 à 100 secondes). R_2 ferme alors son contact et ferme le circuit « service » de la commande à distance par moteur M_2.

L'interrupteur de démarrage 4 est mis dans sa position de service, le contacteur C_6 est fermé. Le relais à maximum et à action différée R_4 agit au bout d'environ 3 secondes. Le disjoncteur de la commutatrice 5 étant encore ouvert, le contact de verrouillage C_7 sera fermé. Par suite, l'électro-aimant d'enclenchement de la commande à distance par aimant M_3 se trouve excité.

Le disjoncteur 5 est alors fermé, et les barres collectrices principales du côté continu 16 se trouvent sous tension, de même que le circuit de la commande à distance par aimant du feeder M_4,

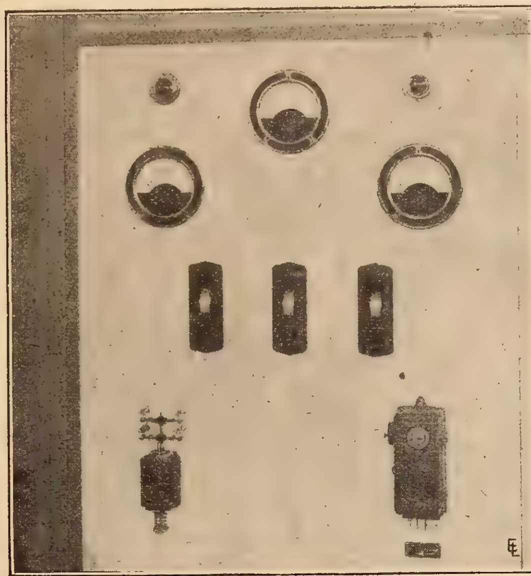


Fig 3. — Panneau de la commutatrice et ses relais.

provoquant la fermeture du disjoncteur du feeder 6, à moins que les contacts du relais du feeder R_6 et du relais correspondant ne soient ouverts.

La mise sous tension des lignes de départ dépend de leur résistance. S'il se produit des mises à la terre ou des courts-circuits, les relais R_6 et R_7 coupent le circuit « enclenchement » de l'aimant d'enclenchement du feeder.

On peut ainsi substituer aux deux relais R_6 et R_7 un relais à maximum, à action différée et à déclic, qui reste bloqué dans la position « déclenchement », lorsque l'interrupteur s'ouvre trois fois de suite dans un intervalle de temps déterminé.

Une fois toutes ces opérations effectuées, la commutatrice est en marche et l'interrupteur du feeder de la sous-station fermé.

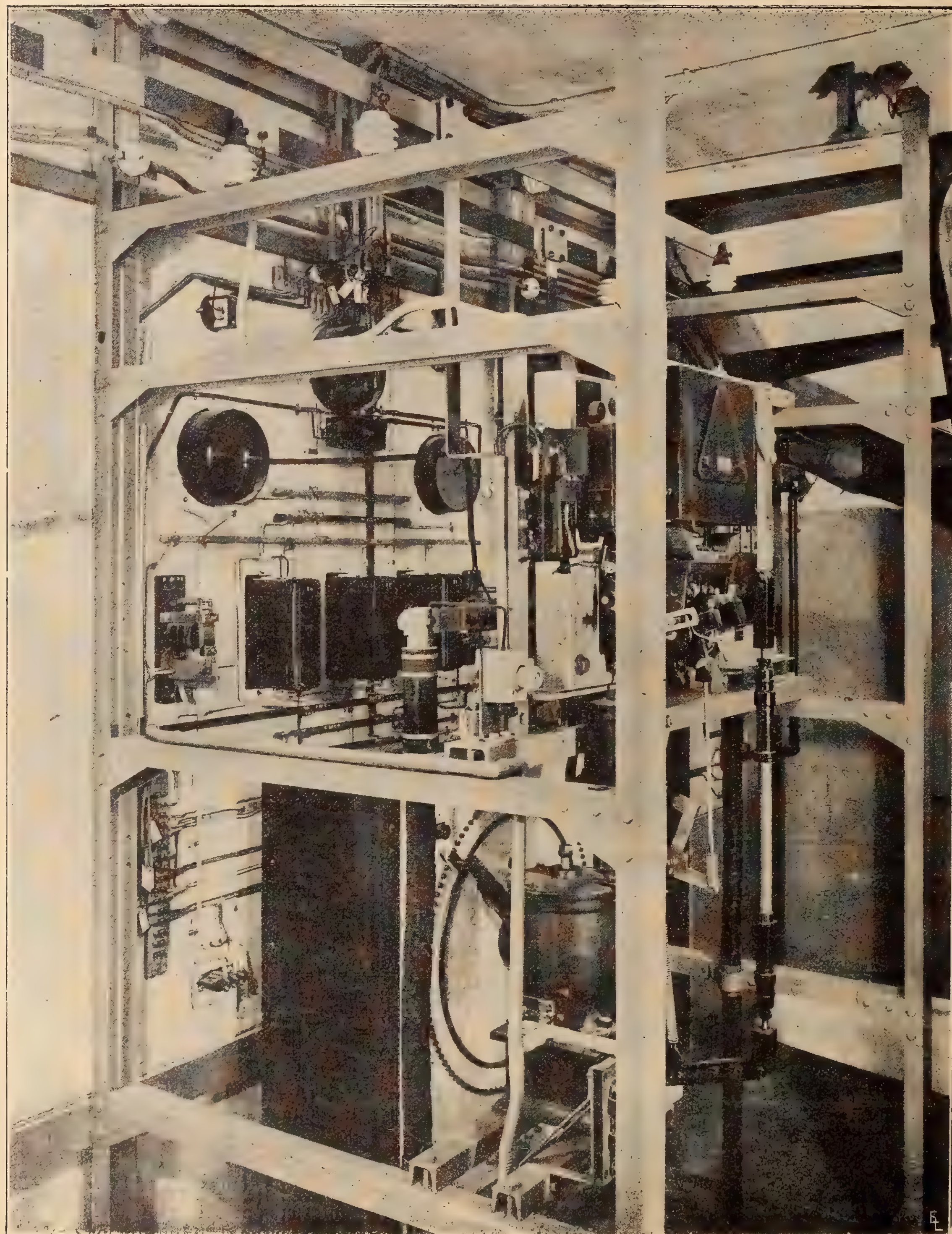


Fig. 4. — Panneau de la commutatrice : vue de derrière

Particularités de fonctionnement.

Etudions maintenant quelques particularités de fonctionnement en service.

Dans le cas d'une surcharge du côté alternatif, les relais à maximum et à action différée R branchés sur le groupe déclenchent. L'interrupteur du transformateur revient à sa position de repos et provoque la fermeture des contacteurs C_1 et C_9.

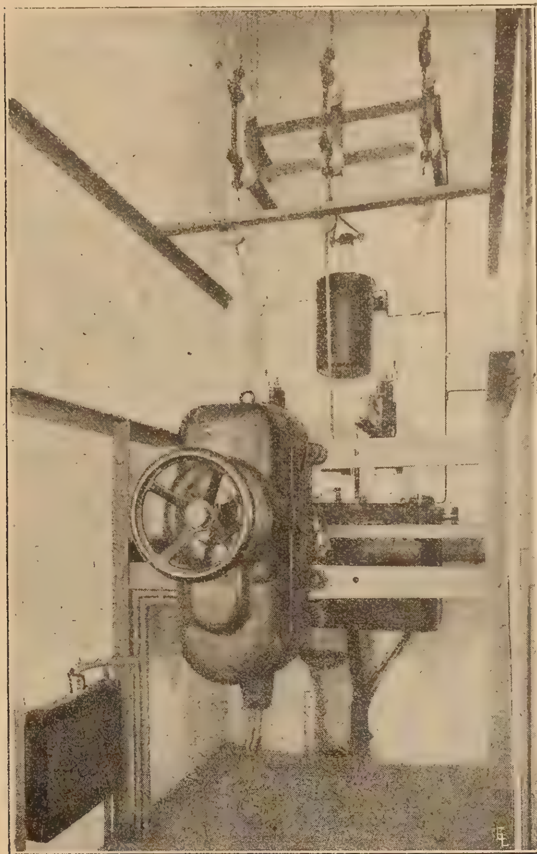


Fig. 5. — Commande à distance, par moteur de l'interrupteur du transformateur.

Par la fermeture de C_9, les barres « déclenchement » 15 sont soumises à la tension de la batterie d'accumulateurs, l'interrupteur de démarrage 4 et le disjoncteur de la commutatrice 5 déclenchent immédiatement, puis c'est le tour des disjoncteurs des feeders, la tension étant nulle sur les barres omnibus du côté continu. Dans le cas, cependant, où un autre groupe fournirait du courant aux mêmes barres, on devrait subordonner le déclenchement des disjoncteurs des feeders à l'action d'un relais à retour de courant.

La fermeture du contacteur C_1 provoque la mise en action du relais R_1, qui déclenche au bout d'environ 3 secondes et prépare de nouveau le démarrage du groupe.

Bien entendu, on peut combiner un relais spécial à déclic avec les relais à maximum et à action différée, de façon à provoquer le blocage et l'arrêt de l'interrupteur du transformateur dans sa position de repos. Le relais à déclic peut être réglé pour immobiliser l'interrupteur du transformateur au bout de trois déclenchements successifs et très rapprochés, par exemple en cas de court-circuit produit dans le transformateur 2 ou dans la commutatrice 3.

Il peut arriver que la centrale coupe le courant alternatif alimentant la sous-station. La tension de la commutatrice devenant alors nulle, le relais à tension nulle R_3 provoque le déclenchement de tous les interrupteurs, et la sous-station est mise hors de service jusqu'à ce que la tension normale du côté alternatif soit rétablie.

Dans le cas d'une surcharge du côté continu, ou même d'un court-circuit, le disjoncteur du feeder 6, ou même celui de la commutatrice 5 déclenchent sous l'action de leurs relais à maximum. Le contacteur C_7 étant fermé, le relais R_4 ferme à nouveau le disjoncteur de la commutatrice, au bout d'environ 3 secondes. Le disjoncteur du feeder enclenche lorsque les contacts des relais du feeder R_6 et R_7 sont rétablis, c'est-à-dire lorsque la résistance du feeder a repris une valeur admissible. Dans le cas où on craindrait des courts-circuits sur les barres collectrices 16, il peut y avoir intérêt à prendre en 5 un relais semblable à celui faisant partie des disjoncteurs des feeders.

Lorsque le dispositif automatique à mouvement d'horlogerie ouvre le soir son circuit, le relais à tension nulle R_5 agit et les barres collectrices 15 sont mises sous tension . Par suite, les interrupteurs 1, 4, 5 et 6 déclenchent.

L'interrupteur à main 10 sert à effectuer un certain nombre de couplages :

Déclenchement de tous les interrupteurs de la sous-station (par la fermeture du contact du relais à tension nulle). dans la position de repos (position médiane);

Mise en service de l'installation, dans la position de commande à main (position de droite);

Pas d'action sur l'installation, dans la position de commande par dispositif antomatique à mouvement d'horlogerie (position de gauche).

En cas d'incident quelconque, des signaux spéciaux avertissent le poste de contrôle le plus proche Dans des installations très importantes où il existe un poste de contrôle commun à plusieurs sous-

***

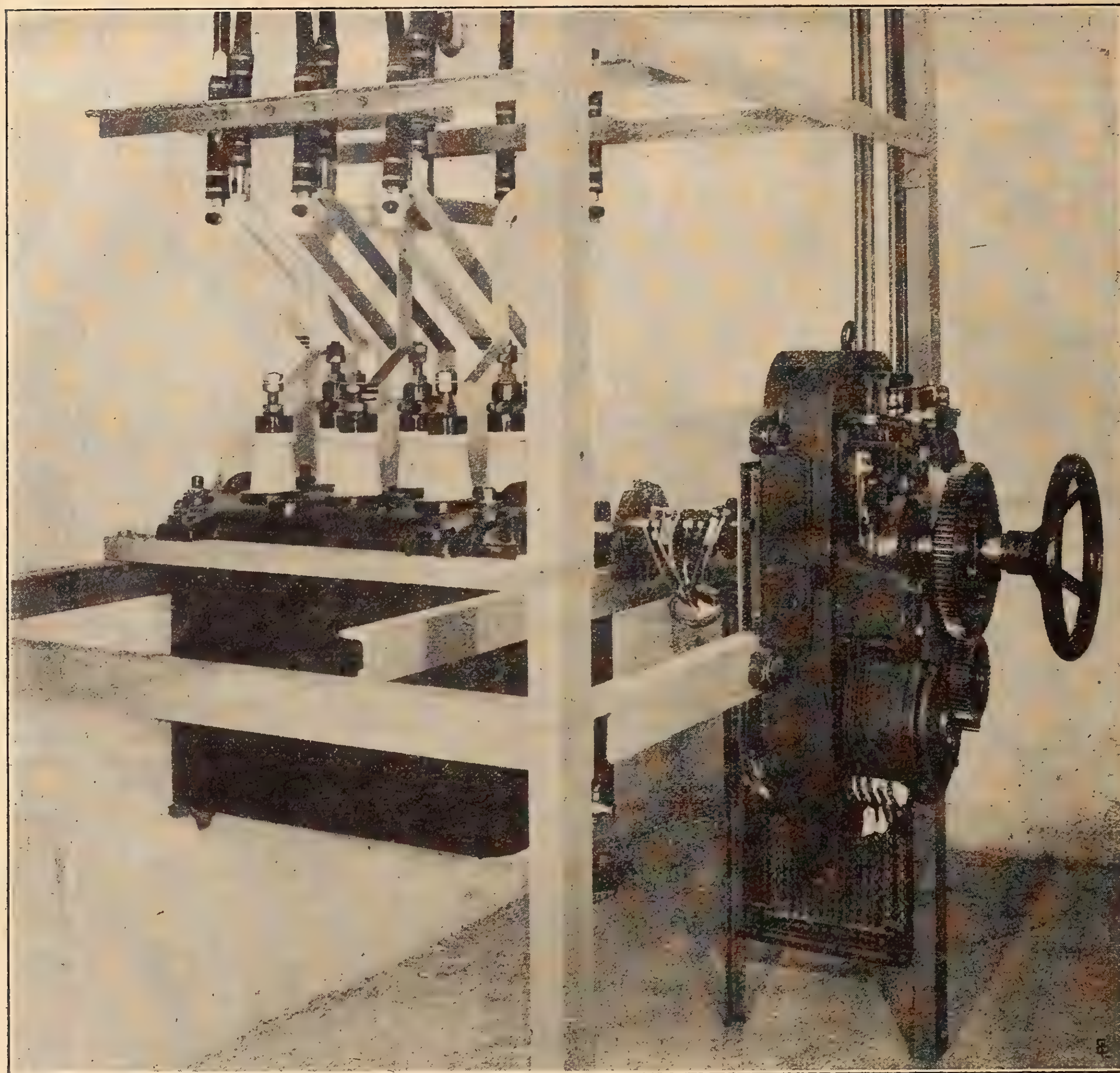


Fig. 6. — Commande à distance, par moteur, de l'interrupteur de démarrage

stations automatiques, il suffit de quelques lignes de liaison pour signaler automatiquement tous les troubles qui peuvent se produire.

Le relais de polarisation, à courant continu, est formé de deux bobines, ayant le même nombre d'ampères-tours, et de deux contacteurs qui se ferment lorsque le noyau est attiré. L'une des bobines est branchée sur la batterie d'accumulateurs 12, l'autre aux bornes de la commutatrice. L'un des contacteurs fait partie du circuit d'excitation de la commutatrice, l'autre sert à connecter aux barres 14 l'enroulement de tension du relais à action différée R_2 ou à l'en déconnecter. Si l'interrupteur de démarrage 4 est dans sa position de démarrage, la première des bobines est soumise à la tension continue de la batterie, la seconde à la tension alternative du champ de la commutatrice. La vitesse augmentant et tendant vers la vitesse synchrone, la fréquence diminue et le courant de l'enroulement d'excitation devient continu et d'une polarité arbitraire, qu'on corrige, s'il y a lieu, comme nous l'avons vu plus haut : si la polarité est mauvaise, c'est-à-dire opposée à celle de la batterie d'accumulateurs, le champ résultant agissant sur le noyau

du relais R_3 est nul, le noyau revient en arrière et coupe le circuit d'excitation de la commutatrice. Son rotor glisse donc en arrière et le relais R_2 reprend sa position initiale. Le noyau du relais de polarisation qui reste sous l'action de la bobine branchée sur les barres de la batterie, est de nouveau attiré et referme le circuit d'excitation de la commutatrice, de sorte que l'interruption de ce circuit ne dure qu'une demi-seconde environ. Si la polarité correcte n'est pas encore réalisée, c'est-à-dire si le glissement du rotor a été insuffisant, les mêmes phénomènes se reproduisent.

Lorsque la résistance du feeder descend au-dessous d'une certaine valeur déterminée, l'enroulement de tension du relais à courant continu R_6 devient le siège d'un courant, dont l'intensité est limitée par la résistance série 13. Ce courant provoque le déplacement du noyau du relais R_6 et détermine ainsi la rupture du circuit de la bobine du relais R_7, dont le jeu de contacts s'ouvre, en même temps que le circuit d'enclenchement de l'aimant d'enclenchement M_4. L'interrupteur du feeder 6 déclenche et interrompt ainsi le courant continu. Dès que la résistance du feeder atteint de nouveau une valeur admissible, les contacts du relais R_6 se referment et le relais R_7 enclenche l'interrupteur du feeder, au bout du temps pour lequel il est réglé. On évite ainsi que les lignes de départ ne soient mises sous la pleine tension, au moment de courts-circuits se reproduisant plusieurs fois de suite.

Si une sous-station automatique renferme deux ou plusieurs groupes de transformation appelés à fonctionner en parallèle à certains moments, il suffit d'avoir pour chaque groupe les dispositifs de démarrage que nous avons décrits et réglés de façon à enclencher et déclencher leur groupe respectif au moment voulu.

Lorsque de fortes surcharges se produisent brusquement, à des moments quelconques, l'enclenchement des groupes additionnels peut être provoqué par des relais thermiques ou des relais à maximum et à action différée. Le déclenchement est réalisé à l'aide de relais à minimum et à action différée.

Lorsqu'il est nécessaire de régler automatiquement la tension du courant débité, on a recours, dans le cas d'un réglage entre de faibles limites (1), à une bobine de self insérée entre le transformateur et la commutatrice et à un enroulement compound ou hypercompound sur la commutatrice.

Pour un réglage de tension entre de larges limites, on utilise encore une bobine de self, conjointement avec une excitatrice assurant l'excitation séparée de la commutatrice et influencée par un régulateur à action rapide. Ou bien, on se sert d'un régulateur d'induction combiné avec un régulateur à action rapide.

Dans le cas des sous-stations automatiques de traction, il n'est généralement pas nécessaire de recourir à ce réglage de la tension, des variations entre certaines limites étant tolérées du côté continu.

D'ailleurs, la répartition rationnelle des sous-stations ne donne lieu qu'à de très faibles chutes de tension dans les lignes de départ.

Sous-station de Riehen.

La Société Brown, Boveri & C[ie] a installé en Suisse, à Riehen, une sous-station automatique, renfermant une commutatrice hexaphasée de 250 KW, à auto-excitation, fournissant du courant continu à 600 V. Deux autres groupes de 250 KW sont prévus. Le courant primaire, à 6.300 V, 50 p : s, vient de la centrale d'Augst, près de Bâle. Le courant continu produit alimente actuellement le tramways de Bâle à Loerrach.

Lucien A.-H. Pahin,
Licencié ès sciences,
Ingénieur des Arts et Manufactures.

La protection des métaux par la calorisation.

Ce procédé de protection des métaux a été appliqué en Amérique par la « General Electric Company », dès 1911. Il consiste essentiellement en un recouvrement par l'aluminium obtenu en portant les métaux à protéger à une température de 850° environ dans un four tournant contenant de l'aluminium en grains additionnés d'alumine et de chlorure d'aluminium ; les proportions à observer sont les suivantes :

Alumine en grains........	49 %
Alumine.................	49 %
Chlorure d'aluminium.....	2 %

La durée de l'opération est très variable.

Au cours du chauffage, il se forme une couche d'alumine de très faible épaisseur, et c'est cette couche qui protège contre toute action extérieure le métal recouvert.

M. G.

(1) Lorsqu'il suffit de compenser la chute de tension de la machine et d'une courte ligne de départ.

ESSAIS ET MESURES

Mesure du débit et de la puissance d'un système triphasé.

Cette étude a pour but de poser les principes de mesure adaptés aux cas les plus généraux que l'on peut rencontrer dans la pratique des courants polyphasés.

Les courants polyphasés ne sont pas uniquement caractérisés par les valeurs de la tension ou de l'intensité, les relations qui unissent ces quantités et permettent d'évaluer l'énergie mise en jeu sont assez complexes.

On sait que la tension et l'intensité ne sont plus dans le rapport simple de la loi d'Ohm et sont représentées graphiquement par deux courbes sinusoïdales différentes et décalées l'une par rapport à l'autre d'un certain angle dont le cosinus détermine le facteur de puissance du système. Les variations du cos φ étant engendrées par les phénomènes de self, de capacité et de résonance; l'évaluation de la puissance, eu égard à l'énergie active et réactive, nécessite en général trois mesures qui s'effectuent au moyen d'appareils appropriés.

Pour les intensités, on se sert d'ampèremètres électromagnétiques à fer doux, comportant un cadre fixe au travers duquel circule le courant, une aiguille de fer doux est influencée par le champ, à l'intérieur du cadre, un ressort tend à maintenir l'équilibre; le courant change de sens à la fois dans le cadre et dans l'aiguille, la direction du champ reste toujours la même.

Pour des courants plus intenses on utilise des ampèremètres thermiques basés sur la dilatation d'un fil suivant $R I^2$.

Les ampèremètres électrodynamiques donnent des déviations proportionnelles au carré du courant qui les traverse.

Enfin, pour les grandes intensités, on emploie un transformateur abaisseur, pour ne pas soumettre l'appareil au courant total de la ligne.

Pour les différences de potentiel, on se sert de voltmètres construits sur le modèle des ampèremètres précités, en général on dispose un transformateur et une résistance série d'étalonnage.

Les puissances sont évaluées au moyen de watmètres électrodynamiques composés de deux enroulements perpendiculaires, l'un d'intensité, l'autre de potentiel.

RÉSEAUX TRIPHASÉS

La somme des valeurs instantanées des trois courants est constamment nulle.

La puissance de chaque phase a pour expression :

$$p = u_{eff} \times i_{eff} \cos \varphi$$

et la puissance totale

$$P = 3 \times u_{eff} \times i_{eff} \cos \varphi$$

le réseau est équilibré.

Ce qui peut s'écrire en général :

$$P = U_{eff} \times I_{eff} \times \sqrt{3} \cos \varphi$$

Système triphasé à point neutre accessible (fig. 1).

En A on obtient l'intensité du courant de ligne.

En V la tension de ce courant divisé par 1,73.

Un wattmètre en A et V donne le débit d'une phase; si le réseau est équilibré on aura la puissance en multipliant par 3.

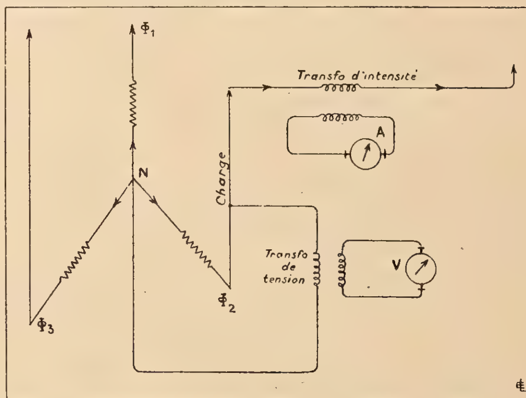


Fig. 1.

Point neutre non accessible. — Dans bien des cas (alternateurs, transformateurs ou moteurs) le point neutre n'est pas accessible, on établit alors les montages suivants :

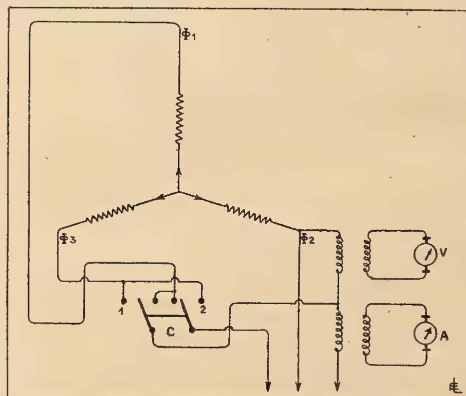


Fig. 2.

a) *Montage simple* (fig. 2).

Pour les basses tensions au-dessous de 800 volts le transformateur n'est pas nécessaire.

En A on obtient l'intensité du courant de ligne.

En V on obtient la tension de ligne.

On aura la puissance en effectuant la somme algébrique des lectures d'un wattmètre en A et V pour les positions 1 et 2 du commutateur C. En supposant le réseau équilibré et si l'on supprime le commutateur, on doublera l'indication unique pour avoir le débit total du système.

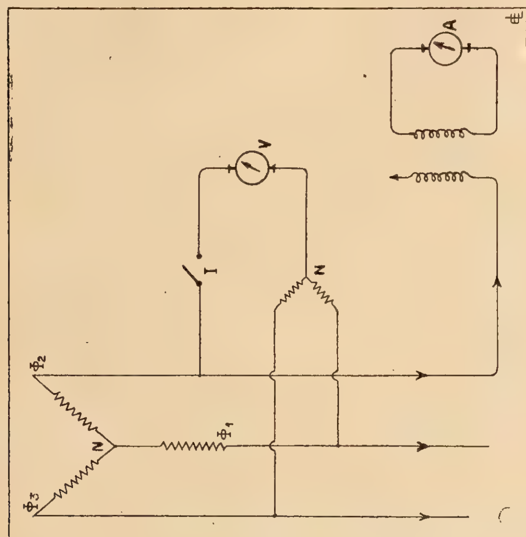


Fig. 3.

b) *Emploi d'une résistance en étoile* (fig. 3).

Dans ce cas le point neutre réel n'étant pas accessible on en crée un autre au centre de la résistance.

L'intensité de ligne est obtenue en A.

En V, on a la tension divisée par 1,73.

Un wattmètre en A et V donne la puissance d'une phase et on triple cette valuer.

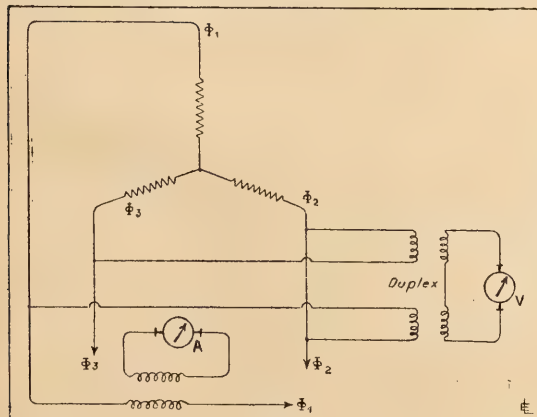


Fig. 4.

Emploi de deux transformateurs en duplex (fig. 4).

Les transformateurs en Duplex créent un point neutre auxiliaire.

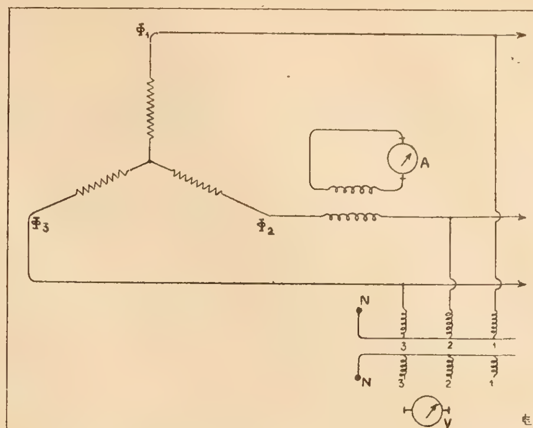


Fig. 5.

A, intensité de ligne ; V, tension de ligne.

Le débit total est évalué en A et V (divisé par 1,73) au moyen d'un wattmètre.

Emploi d'un transformateur triphasé en étoile (fig. 5).

A, intensité de ligne.

V, tension de ligne entre N secondaire et 1, 2, 3 (cette tension de ligne est divisée par 1,73).

Un wattmètre en A et V donne la puissance en multipliant par 3.

On peut relier N primaire aux carcasses ou à la terre pour éviter les charges électrostatiques.

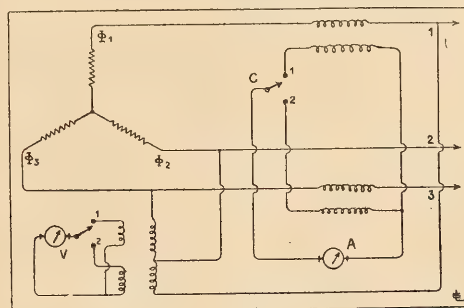


Fig. 6.

Réseau triphasé non équilibré (fig. 6).

A, intensité des lignes suivant c_1 et c_2.

V tension entre 1 et 2 ou 2 et 3.

On fait la somme algébrique des lectures au wattmètre entre A et V pour 1, 2 et 3, ce qui donne la puissance totale. Si l'on possède des wattmètres à double mouvement, on peut supprimer les commutateurs. Ces quelques schémas résument à peu près tous les cas de mesures courantes que l'on peut avoir à effectuer sur des systèmes ordinaires.

E.-J.-F. Vachet.

INSTALLATIONS

Appareillage électrique des usines élévatoires d'eau.

Nombre de tableaux de commande des groupes électro-pompes installés dans les usines élévatoires notamment des réseaux de chemins de fer, comportent un dispositif de manœuvre à distance fonctionnant soit automatiquement par la différence de niveau du réservoir à remplir, soit par un interrupteur ordinaire à main placé à proximité dudit réservoir.

Mais le dispositif de mise en marche automatique fixé sur le tableau de marbre donne lieu trop souvent à des mécomptes, les fonctionnement étant parfois défectueux et même nul, obligeant alors le Service des Eaux, après de vains réglages et réparations, à s'en tenir à la manœuvre à main par le rhéostat ordinaire, perdant ainsi tout le bénéfice d'une installation prévue pour réduire le personnel.

Ces mécomptes proviennent en général, non seulement de la complication des contacteurs nécessitant un réglage délicat rarement définitif, mais surtout du nombre forcément réduit de ces contacteurs.

En effet, alors que dans le rhéostat à main, il y a souvent six à sept plots intermédiaires entre le premier (démarrage) et le dernier (court-circuit direct), il n'y en a que deux dans le dispositif automatique. Ceci ne permet donc que quatre contacts en tout entre l'arrêt et la pleine marche, d'où des à-coups brusques au moteur qui se traduisent par de fortes étincelles aux contacteurs lorsqu'il s'agit d'intensités de l'ordre de 150 ampères. Ces à-coups sont encore plus sensibles et partant plus néfastes pour le moteur lorsque ces contacteurs ne s'enclenchent plus dans l'ordre prévu, ce qui arrive en cas de déréglage surtout pour ceux ne comportant pas de dash-pot et fonctionnant par le courant continu fourni par une génératrice auxiliaire.

En vue de remédier à ces divers défauts inhérents à la construction et à la complication de cet appareillage, voici un projet de dispositif automatique plus simple qui supprime contacteurs, résistances supplémentaires, shunts, dash-pot, dynamo, transmission, etc., ainsi que les fils à connexions multiples qu'ils nécessitent, pour n'utiliser exclusivement que le rhéostat à main qui, dans tous les tableaux, fonctionne toujours avec sécurité.

Ce dispositif consiste à remplacer la manœuvre à main. Pour cela, l'axe de la manette du rhéostat (fig. 1) est rendu solidaire de celle-ci et tourne librement dans une douille ou canon traversant le marbre du tableau; l'extrémité de cet axe porte un toc d'entraînement. Sur ce canon formant tourillon, est montée une roue dentée munie sur l'une de ses faces de deux ergots diamétralement opposés et disposés de façon à pouvoir accrocher au passage le toc d'entraînement. D'autre part, un moteur triphasé en court-circuit de très faible puissance (1/8 de HP) alimenté par une dérivation prise sur la ligne principale, peut entraîner cette roue dentée par l'intermédiaire d'un engrenage et d'une vis sans fin réduisant la vitesse dans un rapport convenable.

Tout ce dispositif agissant sur la manette du rhéostat, en voici le fonctionnement.

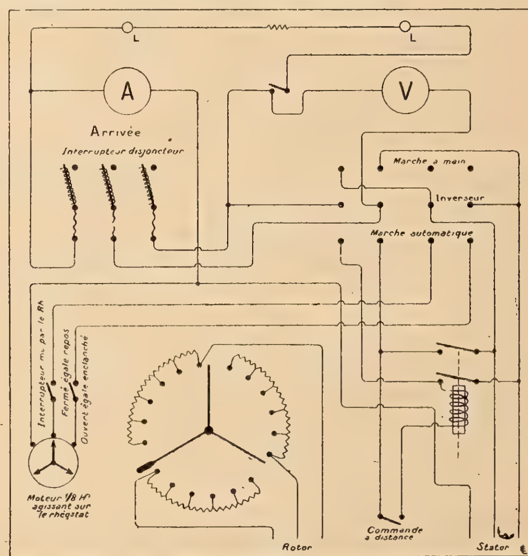


Fig. 1.

Pour la mise en marche à la main, le rhéostat se manœuvre comme d'usage. Dans la mise en marche à distance, l'inverseur étant à la position « automatique », le circuit des deux phases du stator peut être fermé par la manœuvre de l'électro-aimant. A ce moment, le groupe de la pompe ne tourne pas encore, mais le moteur du rhéostat se met aussitôt en mouvement, la roue dentée tourne lentement et l'un des ergots rencontrant le toc solidaire de la manette du rhéostat, l'entraîne à son tour. Le démarrage du groupe s'effectue alors et s'accélère à mesure que l'ergot entraîne le toc, faisant ainsi parcourir lentement à la manette toute la série des plots jusqu'au moment où, à bout de course,

celle-ci s'accroche à la bobine minima et s'arrête. A cet instant, comme la roue dentée continue son mouvement et entraîne toujours le toc, celui-ci qui est articulé sur sa base et maintenu en place par un ressort réglable, cède devant la poussée continue de l'ergot, s'incline, et finalement s'en dégage pour revenir brusquement à sa position primitive sous la pression énergique dudit ressort, ce mouvement produit une rupture brusque du courant de dérivation et le moteur du rhéostat s'arrête. La mise en marche est terminée. A ce moment la roue dentée a fait un demi-tour tandis que la manette n'en a fait qu'un tiers. Le deuxième ergot est donc prêt pour une nouvelle manœuvre.

Quand le cours principal se trouve à son tour coupé soit accidentellement, soit volontairement pour l'arrêt de la pompe, le rhéostat déclenche normalement puisque le toc est libéré, mais en retombant, ce toc cessant de maintenir l'interrupteur ouvert, permettra au courant d'actionner de nouveau le moteur du rhéostat dès que l'électro-aimant sera lui-même excité à distance. Le cycle alors recommencera.

Si, en cours de marche, la tension faiblissait momentanément pour reprendre ensuite, la bobine à minima réglée à cet effet, déclencherait le rhéostat lequel permettant au petit moteur de tourner, enclencherait de nouveau lentement, progressivement et sans secousses.

Il est à remarquer que le mouvement de la manette peut se faire en un temps plus ou moins long et plus régulièrement qu'avec les contacteurs. Enfin l'on ne risque aucune inversion dans l'ordre des contacts. Le démarrage est toujours régulier.

En résumé, ce dispositif automatique ne comporterait avec le rhéostat ordinaire, qu'un petit moteur triphasé au rotor en courts circuits, une vis sans fin et un toc d'entraînement de la manette, le tout placé derrière le tableau. Le prix de revient de ce dernier serait ainsi réduit de plus de 50 %, surtout pour les groupes puissants.

M. H. Doranlo.

EXTRAITS-COMPTE RENDUS

LES RÉGULATEURS D'INDUCTION AUTOMATIQUES POUR LES CIRCUITS D'ÉCLAIRAGE A COURANT ALTERNATIF

Il est à recommander d'employer avec les lampes à incandescence les tensions pour lesquelles elles sont prévues, et tout le monde connaît les inconvénients d'une variation de tension, même légère, sur le rendement, la puissance en bougies et la durée de la lampe. Quand la tension fournie à la lampe subit des fluctuations, comme dans le cas où l'éclairage et l'énergie sont pris sur le même feeder, il n'est pas aussi facile d'obtenir une tension constante sur le circuit d'éclairage que dans le cas où la tension d'alimentation est constante, mais quelque peu au-dessus ou au-dessous de la tension prévue pour les lampes. Des variations momentanées d'un ou deux volts sur de tels circuits n'auront pas d'effet grave sur le système d'éclairage, mais lorsqu'il s'agit de variations de l'ordre 10 % au-dessus et au-dessous de la tension normale, (c'est le cas d'ateliers à charge variable branchés sur les feeders), il faut prévoir un système de réglage de la tension pour obtenir un bon éclairage.

Lorsque l'alimentation se fait à l'aide du courant alternatif, il faut installer un régulateur de tension à induction automatique. Ces régulateurs sont essentiellement des transformateurs à rapport variable, ayant deux enroulements séparés connectés respectivement en série et en parallèle sur le circuit à régler. Les enroulements sont assemblés sur des noyaux en tôle de fer séparés et concentriques, un des noyaux étant fixe, et l'autre disposé de façon à pouvoir tourner avec le premier. La variation de tension produite par le régulateur est due entièrement au changement dans la position angulaire de ces noyaux.

Les régulateurs de tension sont construits monophasés et polyphasés, et sont faits pour fonctionner pratiquement, quelles que soient les dimensions des systèmes actuels. Une fois installés, ils sont entièrement automatiques et ne nécessitent aucun soin. Au point de vue de l'éclairage, ils sont des plus utiles pour contrôler la tension des charges d'éclairage réparties sur le même feeder que les charges d'énergie. Ils permettent également d'effectuer des économies sur le prix de revient de l'installation des feeders, puisque leur emploi permet souvent de choisir un conducteur de dimension plus petite. Tous les régulateurs ordinaires sont réglés pour un intervalle de tension de 10 % au-dessus ou au-dessous ; ils peuvent donc compenser un intervalle de tension de 20 % sur un circuit donné. Pour un circuit de 1.000 kilowatts, il faut un régulateur de 100 kilowatts. — M. G.

Le chauffage électrique des trains en Suisse.

Le développement des électrifications et les difficultés des approvisionnements en charbon pendant la guerre ont conduit les techniciens suisses à étudier le problème du chauffage électrique des trains.

Après diverses tentatives, la maison Brown-Boveri et les frères Sulzer, de Winterthur, ont réussi à construire un appareil dans lequel on utilise pour la production de vapeur, le courant monophasé de traction, directement à 15.000 volts et 16 2/3 périodes.

Le premier équipement de ce genre a été mis en essai, il y a quelques mois, sur le trajet Berna-Thun; l'expérience est suivie avec intérêt : puisqu'il est possible d'admettre directement dans une chaudière du courant monophasé à 15.000 volts, il sera également possible d'utiliser dans le même but du courant triphasé à 26.000 volts, ce qui représente un progrès notable.

Le groupe générateur est installé sur un wagon de marchandises fermé, modifié convenablement. Il se reconnaît à l'extérieur, grâce à un pantographe placé sur le toit, à la bouche de ventilation ouverte sur le toit et à quelques isolateurs.

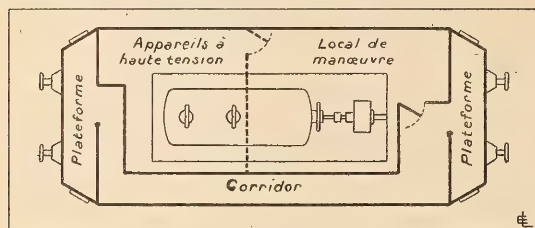


Fig. 1.

Un corridor latéral (fig. 1) sert pour le passage des voyageurs.

La chaudière proprement dite est du type horizontal avec un diamètre de 1 m. 20 environ et une longueur de 3 mètres. A une extrémité est placée la pompe d'alimentation commandée par un moteur électrique, et le tout est disposé sur le réservoir d'eau rectangulaire.

Dans le local à haute tension sont placés : un transformateur de 4 kVA pour le service du groupe moteur-pompe; les transformateurs de mesure, les couteaux et l'interrupteur principal dans l'huile, etc. Ce local est fermé par une paroi métallique avec une porte bloquée par l'interrupteur principal. Il n'est pas possible d'ouvrir la porte, si l'on n'a pas auparavant ouvert l'interrupteur.

La chaudière est protégée contre les pertes de chaleur par un bon revêtement protecteur et est munie de deux isolateurs à travers lesquels passe le courant allant aux électrodes. Celles-ci sont d'un type spécial; leur position est réglable facilement, même sous tension, du local de commande et l'on peut ainsi faire varier la puissance absorbée, de 300 à 1.500 kW selon les nécessités. Normalement une seule électrode est suffisante pour assurer le chauffage du train, de sorte que la seconde constitue une réserve pour activer plus rapidement le service au début, ou pour les cas de froid exceptionnel.

D'après les résultats obtenus sur les lignes suisses, on peut calculer qu'il faut pour le chauffage des trains de 200 à 300 watts par mètre cube, ce qui correspondrait à une dépense de 23 à 34 kW par voiture, toutes les pertes étant comprises dans ce chiffre. Une électrode peut donc suffire pour fournir de la vapeur en quantité suffisante pour le chauffage d'un train de dix voitures, en conditions normales.

Le wagon-chaudière est disposé, autant que possible, au centre du train, afin de réduire les pertes de chaleur dans les conducteurs.

Il ne serait pas difficile de munir l'équipement d'une commande automatique, mais pour ces premières expériences, on a préféré adopter la disposition la plus simple.

Il existe plusieurs dispositifs de sûreté à fonctionnement automatique : l'un d'eux abaisse le pantographe quand on ouvre la porte du local à haute tension et agit, par suite, dans le même sens que le système de bloquage de l'interrupteur principal. Celui-ci s'ouvre automatiquement, dans le cas de court-circuits entre la chaudière et les conducteurs à haute tension, ou quand la vitesse du groupe moto-pompe d'alimentation descend au-dessous d'une certaine limite, ou enfin quand la pression de l'air qui maintient le pantographe dans la position de contact tombe au-dessous d'une valeur déterminée. En tirant sur une manette de sûreté, on peut, en cas d'incidents, ouvrir l'interrupteur principal, abaisser le pantographe et soulever en même temps la bouche du toit pour faciliter la ventilation et faire échapper la vapeur.

En même temps que ce type de wagon-chaudière électrique, il y en a deux autres en essais sur les chemins de fer fédéraux suisses, sous une tension de 1.000 volts. L'un d'eux est en service sur la ligne du Gothard; comme il doit être alimenté par le transformateur principal installé sur la locomotrice, on l'a attelé directement sur cette dernière. Son fonctionnement est complètement automatique.

M. G.

Informations.

Autorisations. — Concessions.

Aveyron. — L'association syndicale d'énergie électrique de Saint-Amans a sollicité l'autorisation d'établir, sous le régime des permissions de voirie, un réseau à basse tension destiné à l'alimentation des propriétaires, membres de l'Association.

Basses-Alpes. — La commune d'Estoublon a été autorisée à exploiter en régie un réseau de distribution d'énergie électrique sur son territoire.

Charente-Inférieure. — La Compagnie française d'éclairage et de chauffage par le gaz a demandé l'autorisation d'établir par permissions de voirie, deux lignes allant : l'une de Saint-Rogatian à Varaize, en vue d'alimenter le service d'eau de la ville de La Rochelle ; l'autre de Saint-Rogatien à Angoulins, destinée à alimenter une concession de distribution publique dans les communes de La Jarne et Angoulins.

Isère. — La Société des Forges et Hauts Fourneaux d'Allevard a obtenu l'autorisation d'établir, en vertu de permission de voirie, une ligne d'énergie électrique à 40.000 volts empruntant sur la plus grande partie de son parcours les emprises du chemin de fer industriel d'Allevard au Cheylas, concédé à la société pétitionnaire.

Haute-Saône et Haute-Marne. — La Société d'intérêt collectif agricole d'électricité de Ray-Cendrecourt a présenté une demande de permission de voirie :

1° Pour l'établissement d'une ligne de Barges à Vernois-sur-Mance (Haute-Saône), sur laquelle se greffera un embranchement aboutissant à Neuvelle-les-Voissy (Haute-Marne).

2° Pour l'établissement d'une ligne de Bourguignon-les-Morey à Argillières (Haute-Saône) en empruntant le territoire des communes de Farincourt, Valleroy et Gilley (Haute-Marne). Un embranchement s'en détachera à Farincourt et aboutira à Savigny en passant par Voncourt.

Meuse. — La Compagnie Lorraine d'électricité, dont le siège social est à Nancy, 64, rue du Faubourg Stanislas, a demandé la concession d'une distribution d'énergie électrique pour tous usages sur le territoire des communes de : Bovée, Boviolles, Broussoy-en-Blois, Chennevières, Domrémy-aux-Bois, Ernécourt, Loxéville, Marson, Méligny-le-Grand, Méligny-le-Petit, Ménil-la-Horgue, Morlaincourt, Naives-en-Blois, Nançois-le-Grand, Oey, Reffoy, Saulx-en-Barrois, Saint-Aubin-sur-Aire, Vaux-la-Grande, Vaux-la-Petite, Villeroncourt, qui se sont groupées en syndicat sous le nom de Syndicat Intercommunal de Méligny-le-Grand.

Nord. — La Société « Energie Electrique du Nord de la France » a obtenu l'autorisation de construire immédiatement une canalisation électrique souterraine destinée à l'alimentation de l'usine Delattre à Marcq-en-Barœul.

La canalisation sera englobée dans la concession d'Etat aux services publics que cette Société a déjà déposée.

— La « Compagnie Electrique du Nord » a été autorisée à construire immédiatement une ligne de distribution d'énergie électrique aérienne à haute tension destinée à l'alimentation des Etablissements Bataille, à Fratin.

Cette ligne sera comprise dans la concession que cette Société a déjà déposée.

— La « Compagnie Electrique du Nord », qui a déposé une demande de concession par l'Etat d'une distribution d'énergie électrique aux services publics, a obtenu l'autorisation de construire immédiatement une ligne à 15.000 volts, dérivée sur la ligne Souvrin-La-Bassée et destinée à alimenter les postes de transformation des Etablissements de MM. Boulert et Crespal à Salomé (Nord). Cette ligne doit faire partie intégrante de la concession.

— La « Société d'Electricité de la Région de Valenciennes-Anzin », qui a déposé une demande de concession par l'Etat d'une distribution d'énergie électrique aux services publics, a obtenu l'autorisation de construire immédiatement une ligne de distribution d'énergie électrique aérienne à haute tension d'Haspres à Saulzoir, destinée à alimenter l'usine de la Société « Escaut et Meuse », à Saulzoir. Cette ligne doit faire partie intégrante de la concession.

— La Compagnie Générale pour l'Eclairage et le Chauffage par le Gaz, qui a déposé une demande de concession par l'Etat d'une distribution d'énergie électrique aux services publics a sollicité l'autorisation de construire immédiatement une canalisation d'énergie électrique souterraine à haute tension destinée à l'alimentation d'un poste de transformation particulier établi rue du Fay, à Cambrai,

et appartenant à la Société des Docks et Entrepôts de Cambrai. Cette ligne fera partie intégrante de la concession.

Pyrénées-Orientales. — Le Conseil Municipal de Fontpédrouse a demandé l'autorisation d'exploiter en régie la distribution d'énergie électrique, mise à la disposition de la commune par la Compagnie du Midi.

Seine-et-Oise. — La Société « Le Triphasé » a obtenu l'autorisation provisoire d'établir trois lignes d'énergie électrique, qui seront comprises dans la demande de concession d'Etat qu'elle déposera prochainement pour l'ensemble de son réseau.

Ces trois lignes sont respectivement destinées à l'alimentation :

1° De la distribution communale d'Hérouville;

2° D'un poste de transformation situé rue de la Gare à Eaubonne;

3° D'un poste de transformateur dans la commune de Deuil.

— La Société éclairage et force par l'électricité, dont le siège social est à Paris, 26, rue Laffitte, a présenté une demande tendant à l'établissement d'une canalisation aérienne HT diphasée, destinée à alimenter un poste de transformation à Villaines (Seine-et-Oise).

Cette ligne doit être rattachée ultérieurement à la concession d'Etat qui a été demandée par cette Société.

Somme. — La « Société Coopérative Agricole d'Electricité de la Région d'Hattencourt » a présenté une demande de concession pour la distribution de l'énergie électrique nécessaire aux besoins agricoles des communes rurales de la région d'Hattencourt.

Ces communes sont les suivantes : Gruny, Cremery, Liancourt-Fosse, Hattencourt, Hallu, Punchy, Puzeaux, Fonches, Fonchette, Curchy, Manicourt, Etalon, Herly, Rethonvillers, Marché-Allouarde, Billancourt, Biarre, Cressy-Omencourt, Balattre, Champien, Carrefuis, Roiglise et Verpillière.

— La « Société Coopérative Agricole d'Electricité de la Région de Montigny-sur-l'Hallue » a demandé la concession par l'Etat d'une distribution d'énergie électrique dans les communes de Warloy-Baillon, Vadencourt, Contay, Baisieux, Beaucourt-sur-l'Hellus, Béhencourt, Saint-Gratien, Fréchencourt, Franvillers, Heilly, Ribémont-sur-l'Ancre, Lahoussoye, Bonnay, Pont-Noyelles, Querrien, Allonville, Cardonnette, Rainneville, Molliens-au-Bois, Mirvaux, Pierregot, Rubempré, Villers-Bocage, Cerisy, Poulainville, Bussy-les-Daours, Vecquemmont, Camon, Corbie, Montinvillers, Flesselles et Bertangles.

Prix des charbons pour l'industrie électrique.

3e Trimestre 1922.

Départements. — *Sociétés.*	*Prix homologué.*
Aisne. — Electricité et Gaz du Nord. Usine à Hirson	86 fr.
— Compagnie électrique du Nord. Usine à Beautor	90 fr.
Allier. — Compagnie électrique de la Loire et du Centre. Usine à Montluçon	108 fr. 56
Ardennes. — Est-Electrique. Usine à Mohon.	105 fr. 31
Bouches-du-Rhône. — Compagnie d'électricité de Marseille. Usine à Marseille	82 fr. 80
Calvados. — Compagnie d'électricité de Caen. Usine à Caen	90 fr. 94
Côte-d'Or. — Société Dijonnaise d'électricité. Usine à Dijon	96 fr. 70
Dordogne. — Energie électrique du Sud-Ouest. Usine à Thuillière et Floirac	89 fr. 41
Finistère. — Compagnie d'électricité de Brest. Usine à Brest	104 fr. 54
Haute-Marne. — Energie électrique de Meuse et Marne. Usine à Saint-Dizier	101 fr. 89
Haute-Vienne. — Compagnie centrale d'éclairage et de force par l'électricité. Usine à Limoges	112 fr. 29
Loire. — Compagnie centrale d'éclairage et de force par l'électricité. Usine à Roanne.	100 fr. 80
— Compagnie centrale d'éclairage et de force par l'électricité. Usine à Saint-Etienne	95 fr. 50
Loire-Inférieure. — Société Nantaise d'éclairage et de Force par l'électricité. Usine à Chantenay	74 fr. 67
Maine-et-Loire. — Compagnie d'électricité d'Angers. Usine à Angers	95 fr. 55
— Compagnie de distribution d'électricité de l'Ouest. Usine à Segré	103 fr. 23
Manche. — Gaz et Eaux. Usine à Cherbourg	103 fr. 50
Marne. — Société anonyme des usines à gaz du Nord et de l'Est. Usine à Epernay	120 fr. 95
Meurthe-et-Moselle. — Compagnie Lorraine d'électricité. Usine à Vincey-Nancy	96 fr. 95
Morbihan. — Compagnie du Gaz et d'électricité. Usine à Vannes	98 fr. 23
Nièvre. — Compagnie Continentale Edison. Usine à Garchizy	110 fr. 02
Nord. — Electricité et Gaz du Nord. Usine à Lomme	80 fr 20
— Electricité et Gaz du Nord. Usine à Jeumont-Maubeuge	80 fr. 47
— Société d'électricité de la Région de Valenciennes-Anzin. Usine à Valenciennes	77 fr. 61
Orne. — Société de distribution d'électricité de l'Ouest. Usine à Rai-Aube et Couterne	94 fr. 28
Rhône. — Compagnie du Gaz de Lyon. Usine à La Mouche	100 fr. 88
Sarthe. — Compagnie de Gaz et d'électricité du Mans. Usine au Mans	119 fr. 81
Seine-Inférieure. — Compagnie Centrale d'énergie électrique. Usine à Rouen-Quevilly	77 fr. 65
Vendée. — Energie électrique de l'Ouest de la France. Usine à Faymoreau	85 fr.

JURISPRUDENCE

++

Avenants. — Charges extra-contractuelles.

Arrêt du Conseil d'Etat du 28 juillet 1922 (Société Nantaise d'éclairage et force contre Ville de Nantes).

Considérant que la Compagnie requérante, concessionnaire de la distribuion d'énergie électrique dans la Ville de Nantes, selon traité du 6 juillet 1911, et qui avait introduit contre celle-ci, en 1917, une instance afin d'être indemnisée des surcharges extra-contractuelles causées par la guerre, a passé avec la Ville, le 10 janvier 1919, un avenant d'après lequel, « pour compenser une partie des pertes subies par la Société du fait de la hausse considérable du prix du charbon et de l'augmentation des frais généraux de toute nature » et, « pour terminer à l'amiable ce différend », un relèvement du tarif de l'énergie pour tous usages autres que l'éclairage était autorisé « pendant la durée de la guerre et jusqu'à l'expiration du quinzième mois qui suivrait la promulgation de l'acte officiel constatant la cessation définitive des hostilités », c'est-à-dire jusqu'à une date qui, en fait, a été le 1er février 1921; qu'il était spécifié que le tarif ainsi remanié serait, pendant ce laps de temps, majoré, dans une proportion déterminée, par chaque franc de hausse du charbon au delà du prix de 45 francs par tonne; qu'il était stipulé, enfin, que, moyennant cette dérogation au traité de 1911, la Société se désistait de son instance et renonçait « à tous recours contre la Ville pour les frais dommageables pour elle, pouvant résulter de l'état de guerre »;

Considérant que la Compagnie soutient que ses dépenses de charbon, de main-d'œuvre et de matériel ont excédé toutes les prévisions qu'il était possible de faire lors de la signature de cet avenant en janvier 1919 et qu'ainsi, c'est à tort que le Conseil de préfecture, saisi par elle en 1920, pour ce motif, d'une nouvelle demande d'indemnité, a, tout en ordonnant une expertise, exclu des constatations à effectuer la période visée par ledit avenant;

Considérant d'une part, aux termes précités de cet avenant, la Société a expressément renoncé à « tous recours pour les frais dommageables pour elle pouvant résulter de l'état de guerre »; que, bien qu'elle vînt de faire état devant le Conseil de préfecture des imprévisions du contrat initial touchant « les frais généraux de toute nature » y compris, par conséquent, ceux de matériel et de main-d'œuvre, elle n'a pas cru devoir formuler de réserves sur la possibilité de nouvelles imprévisions à cet égard; qu'elle s'est bornée à stipuler, en ce qui concerne le courant pour chauffage et force motrice, une majoration de tarif calculée, sans fixation de maximum, en fonction du cours de la houille et ce à partir d'un cours qui déjà était amplement dépassé, en fait; que cette majoration était destinée à indemniser forfaitairement la Société de ses surcharges extracontractuelles tant pour le passé que pour le temps à courir jusqu'à l'expiration du délai susindiqué; qu'il résulte des termes de cet arrangement ainsi que des conditions dans lesquelles il a été conclu que la Ville et la Société ont eu, en le signant, la commune intention de régler définitivement, à titre transactionnel, toutes les difficultés qui s'étaient produites ou qui seraient susceptibles de se produire antérieurement au seizième mois à compter de la cessation officielle des hostilités; qu'aucune des conventions provisoires qui ont été passées dans la suite entre la Ville et la Société en attendant la solution de l'instance n'a marqué, de la part de la municipalité, l'intention de modifier l'accord ainsi intervenu;

Considérant, d'autre part, que si la hausse anormale survenue au cours de la guerre dans le prix du charbon a généralement entraîné dans le coût de la production de l'électricité par des usines thermiques une augmentation excédant les limites extrêmes des majorations qui avaient pu être envisagées lors de la passation des contrats de concession et même, dans certains cas, lors des arrangements conclus au cours des hostilités pour permettre de continuer le service public, la Société requérante n'est pas fondée à prétendre qu'en passant, le 10 janvier 1919, l'avenant dont s'agit, elle ne pouvait prévoir de nouvelles hausses exceptionnelles dans ses frais d'exploitation; qu'en effet, les incertitude de la situation économique à cette époque ne lui permettaient pas d'écarter de ses prévisions pour la période en question le risque d'une nouvelle aggravation de ses dépenses aussi bien à l'égard des frais de personnel et de matériel que du cours des charbons;

Considérant que de tout ce qui précède il résulte que la Société nantaise n'est pas fondée à soutenir que le Conseil de préfecture a méconnu les obligations respectives du concédant et du concessionnaire en rejetant immédiatement, sans ordonner d'expertise, les conclusions de la demande en ce qui concerne la période antérieure au seizième mois suivant la cessation officielle des hostilités;

Décide :

La requête susvisée de la Société nantaise d'éclairage et de force par l'électricité est rejetée.



Inventions. — Appareils et procédés nouveaux

TRANSFORMATEUR D'INTENSITÉ POUR TRÈS HAUTE TENSION

Il se compose en principe (fig 1) d'un cadre multiplicateur *c*, supporté par deux isolateurs *f*, dans une cuve *b* remplie d'huile.

Un cadre en tôle magnétique *a* est soutenu au centre et porte en *e* le circuit secondaire.

Les organes sont réalisés de façon à réduire le plus possible les lignes de fuite, et augmenter l'isolement. (Br. Fr. 539.732. — La Métallurgie Électrique).

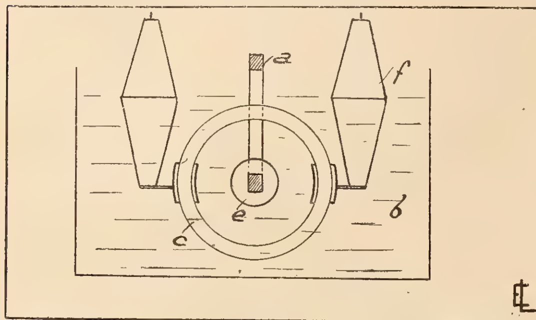


Fig. 1.

DISPOSITIF POUR LA STABILISATION DE LA VITESSE DES MACHINES MOTRICES.

Cette disposition est applicable aux groupes moteur-générateur, pour stabiliser la vitesse à mesure que la charge augmente.

On monte (fig. 2) une dynamo auto-excitatrice *s* dont la droite de résistance coïncide avec la partie rectiligne de la courbe de tension et pour laquelle la vitesse à maintenir constante du moteur de commande, constitue la vitesse critique d'auto-excitation, de telle sorte que même de légers écarts de cette vitesse entraînent des variations considérables de la tension de la génératrice à courant continu. Cette dynamo est branchée de telle façon que toute variation de sa tension donne naissance à un courant de sens tel qu'il s'oppose au changement de vitesse du moteur de commande. (Br. Fr. 538.603. — Société Brown-Boveri)

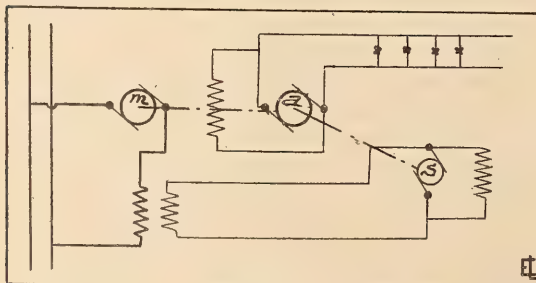


Fig. 2.

DISPOSITIF DE RÉCEPTION DE T. S. F. A UNE SEULE LAMPE

Ce dispositif (fig. 3) comporte un cadre *a* relié par l'intermédiaire de la self *s* au condensateur variable *c"*.

Le condensateur shunté *c'*, intercalé dans la grille de la lampe à 3 électrodes, permet le fonctionnement en détecteur.

La self *s'*, intercalée dans le circuit plaque, permet l'amplification (pour des couplages non serrés avec la self *s*) ou la marche en autodyne (pour des couplages plus serrés).

La capacité *c* est destinée à faciliter le passage des oscillations de haute fréquence. (Br. Fr. nº 543.966. — Boiteux).

P. M.

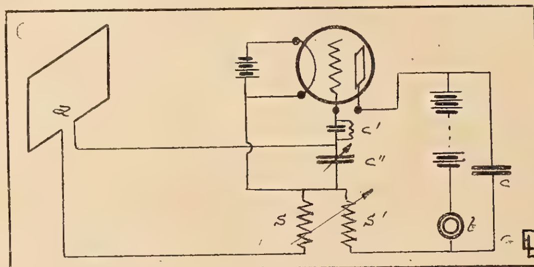


Fig. 3.

RÉSISTANCES LIQUIDES.

Ces résistances employées pour les courants polyphasés ont des électrodes fixes *e* situées à mi-hauteur de l'électrolyte de façon à permettre autour d'elles la libre circulation de l'électrolyte; elles sont montées (fig. 4) sur des supports isolants *b* fixés au fond de l'enveloppe, et disposés dans des chambres tubulaires isolantes *f*, maintenues entre les supports *b* et les parties saillantes *h* du couvercle. Les chambres sont ouvertes à leurs extrémités inférieure et supérieure et les électrodes *j*, *e*, sont perforées pour permettre une libre circulation de l'électrolyte. Des serpentins refroidissants *l* entourent les électrodes. (Br. angl. 182, 227. — Baerlocher.) M. M.

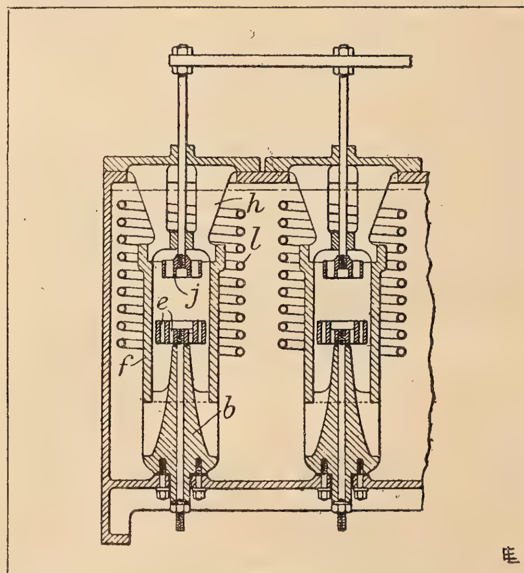


Fig. 4.

APPAREIL DE TRANSMISSION D'ONDES A FRÉQUENCE VARIABLE

Pour transmettre des ondes à une fréquence plus grande que celles du circuit générateur, un circuit c_2, s_3, s_2 (fig. 5) est connecté par l'intermédiaire d'une inductance en série s_3 et est accordé à une valeur multiple de la fréquence du circuit du générateur g, c_1, s_1. Le générateur peut être un arc g et son circuit peut comprendre une clé t ou un microphone. Le circuit c_2, s_2, s_3 comprend une résistance w ayant à peu près la même valeur que la résistance aérienne. (Br. angl. n° 182.762. — Lorentz). M. M.

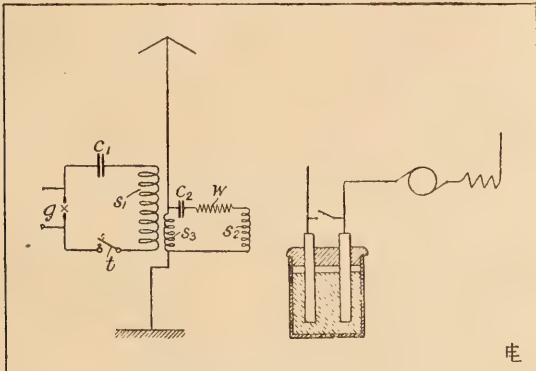


Fig. 5 Fig. 6.

RHÉOSTAT DE DÉMARRAGE A ÉLECTROLYTE SOLIDE LIQUÉFIABLE

Les rhéostats destinés à obtenir une augmentation croissante du courant tels que ceux qui sont employés pour le démarrage des moteurs électriques comprennent des électrodes (fig. 6) noyées dans un électrolyte solide qui se liquéfie et diminue automatiquement de résistance au moment du passage du courant. Les électrolytes employés sont des sels tels que le carbonate de soude pour les bas voltages et le sulfate de soude pour les hauts voltages. Les oxydes et les hydrates des métaux alcalins peuvent aussi être employés. L'enveloppe contenant l'électrolyte est hermétiquement close et peut être montée sur l'arbre moteur. Ce dispositif peut aussi s'employer pour les moteurs triphasés. (Br. angl. n° 181.504. - British Thomson). M. M.

ROULETTE DE TROLLEY

Les roulettes de trolley comprennent (fig. 7) une flasque a^2 avec un bossage a^1, une partie filetée a^5, et deux

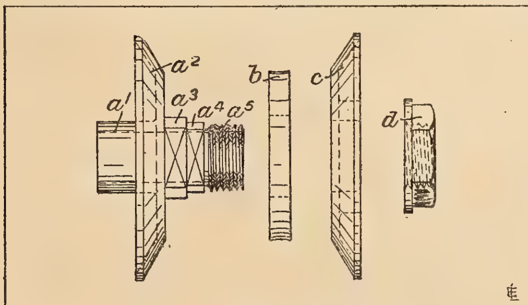


Fig. 7.

pièces carrées a^3, a^4 pour recevoir la bague b et la flasque c. Ces différentes pièces sont maintenues en place par un écrou d se vissant sur la partie filetée a^5. (Brev. angl. n° 179.698. — Nightingale). M. M.

ÉLECTROLYSE DES POUDRES MÉTALLIQUES.

Les poudres métalliques destinées à l'industrie et aux arts décoratifs sont obtenues par électrolyse en employant une anode du métal désiré; la densité de courant étant choisie de telle sorte que le métal se dépose sur la cathode finement divisé et non cohérent ou de forme cristalline. L'électrolyte passe rapidement entre les électrodes pour transporter la poudre qui s'y est déposée et passe à travers un séparateur et un bac régénérateur si nécessaire; il est ramené au bac électrolytique à l'aide d'une pompe. La densité de courant peut être de 20 ampères pour une surface de 0^{m2},0929 et la vitesse d'écoulement de l'électrolyte de 0^m,30 par seconde; les électrodes peuvent être de 0^m,079 sur 0^m,85. La cathode peut être en cuivre ou en aluminium; elle peut être fixe ou tourner sur son axe. La poudre peut être séparée de l'électrolyte par la force centrifuge ou par filtration; elle est lavée, séchée et polie si besoin est. Pour obtenir de la poudre de bronze, l'électrolyte peut être une solution saturée de sulfate de cuivre et d'acide sulfurique. Trente six bacs montés en série sont employés avec un courant de 1.000 ampères et une tension de 36 volts. Une dynamo de 50 volts alimente ces bacs et fournit l'énergie nécessaire au fonctionnement de la pompe, du laveur, du polisseur et du sécheur. (Br. angl. 181.631. — Gillespie).

M. M.

SUSPENSION A RÉGLAGE SANS CONTREPOIDS

Le petit dispositif d'arrêt *Glisspa*, peut s'adapter pour de nombreuses combinaisons, comme le montre la figure 8 permettant la suspension d'une lampe pendante à toute hauteur.

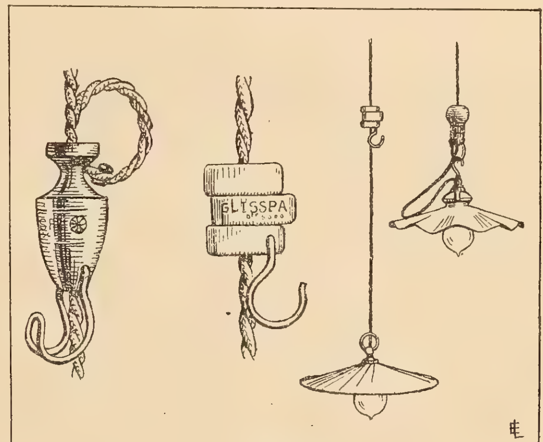


Fig. 8.

L'arrêt, logé dans l'appareil forme bouton sur le côté. Cet arrêt, à course limitée, est constitué par une cheville percée d'un trou dans lequel passe le fil, qui se trouve désaxé par la pression d'un ressort. Une pression exercée sur le bouton libère le fil. Un crochet tient la lampe dans la position désirée. Ces petits appareils, d'un prix très modique, rendront des services pour les lampes pendantes des ateliers, bureaux, magasins, etc. (*L. Bouley, constructeur*, 14, *rue Sainte-Cécile, Paris*).

La structure granulaire de l'électricité

ET LES THÉORIES DE L'ÉMISSION DE NEWTON ET DES ONDULATIONS DE FRESNEL

Une connexité ou une relation quelconque peut-elle exister entre ces deux célèbres théories si dissemblables, mais non opposées ? Peut-on émettre une pareille hérésie scientifique ? Il est fort probable que nos connaissances déjà fort anciennes sur la « structure granulaire » de l'électricité n'auraient pu être bien profondes, si la découverte des rayons X et des émanations du radium, il y a déjà vingt-sept ans, n'était venus nous fournir un moyen d'action des plus puissants pour fouiller, désintégrer la matière (rayons α du radium C).

Les rayons X nous ont permis d'ioniser fortement les gaz qu'ils traversent.

En outre, ils ont mis en évidence ce fait, extrêmement important, que tous les atomes matériels doivent constituer un édifice plus ou moins complexe, mais dans lequel, comme élément commun à tous les atomes, entrent de petites charges électrisées qui, sous l'action des pénétrants rayons X, révèlent leur réelle présence en étant alors expulsés de l'édifice gazeux, par désintégration de celui-ci.

Il en résulte que l'atome cesse d'être seulement le substratum, le constituant ultime et inséparable de la matière; mais encore, nous avons enfin acquis la certitude que les atomes renferment des particules ou corpuscules électriques identiques dans tous les corps (solides, fluides, gazeux ou radiants). Millikan en 1908 trouva la meilleure méthode scientifique qui nous donna avec une précision remarquable la valeur de la charge négative du corpuscule (électron). Il a ainsi obtenu la valeur $e = 4{,}675 \times 10^{-10}$ (unités CGS électrostatiques); c'est la charge identique que transportent tous les ions monovalents dans l'électrolyse; c'est donc une constante universelle.

L'ionisation des gaz purs a consisté en l'arrachement d'un ou plusieurs corpuscules, le résidu (noyau central) de l'atome étant chargé positivement et ayant sensiblement une masse égale à celle de l'atome original, la radioactivité étant une propriété du noyau positif. Les expériences précises de Millikan ont donc permis de constater que l'électricité statique se révèle comme constituée d'électrons, tout comme les charges des ions de l'électrolyse et l'ionisation gazeuse.

De plus, on a démontré, sans incertitude possible que le courant électrique n'est autre chose que le déplacement d'une charge électrique le long d'un conducteur. Ils peuvent être déviés par un champ électromagnétique.

D'après les expériences de Rowland, une charge électrique en mouvement, formant ce qu'on appelle un courant de convection (rayons cathodiques de l'ampoule de Crookes-Coolidge) est équivalente à un courant de conduction le long d'un fil métallique. Les courants de convection s'enveloppent donc, sur tout leur parcours, d'un champ magnétique en quadrature, comme les courants de conduction.

Toutes ces expériences remarquables montrent bien non seulement, que toutes les charges électriques, quelle que soit leur origine (statique ou ionique), sont constituées par un nombre plus ou moins grand d'électrons, c'est-à-dire à partir du même élément fondamental, mais que les courants électriques consistent simplement dans le transport extra-rapide ($V = 3 \times 10^{-10}$ unités C. G. S.) de ces électrons à travers les corps conducteurs.

Ainsi se trouve établi expérimentalement la structure granulaire de l'électricité. Ce qui est d'une importance capitale, nous dévoilant ainsi tout d'abord l'identité complète entre la matière et l'énergie; celles-ci étant toutes deux douées de masse, d'inertie et de structure granulaire électronique.

Or, d'après la géniale théorie électromagnétique de la lumière de Maxwell qui nous a conduit à la pratique T. S. F., la lumière n'est autre chose qu'un courant alternatif de très haute fréquence. Il en résulte, logiquement, que la structure du rayon lumineux est aussi, elle-même granulaire, comme celle de l'électricité dont il diffère seulement par sa fréquence plus élevée.

Ceci nous amène à reprendre les idées de l'immortel Newton, c'est-à-dire d'examiner sa théorie de l'émission de corpuscules lumineux nous arrivant des astres, transmis par l'éther propagateur des effets de l'inertie. Comme la structure de la lumière semble bien être corpusculaire (celle-ci possédant une pression), l'hypothèse de Newton serait alors fondée. Elle expliquerait et corroborerait les idées du savant physicien-mathématicien Einstein : que le rayon lumineux doit subir l'attraction universelle et s'incurver au voisinage immédiat du soleil. Le corpuscule ou électron lumineux de matière astrale radiante se chargeant par sa vitesse de 300.000 kilomètres par seconde dans l'éther occupant les espaces interstellaires, d'une masse supplémentaire de nature électromagnétique. Le rayon lumineux grâce à ce potentiel ou charge magnétique deviendrait gravifique et subirait alors l'attraction solaire dans la zone d'influence directe. Mais, avec la théorie de l'émission on ne peut guère expliquer, ou fort mal, les phénomènes d'interférence des ondes lumineuses et surtout la polarisation de la lumière. C'est pourquoi Young, Huyghens et Fresnel ont proposé et développé la célèbre théorie des ondulations qui domine encore toute la physique actuelle (phénomènes énergitiques du Cosmos). Qui, en fait, a raison : Newton avec l'émission ou ses dignes successeurs avec les ondulations ? Il semble fort difficile et très délicat de se prononcer sur cette grave question, d'une importance incalculable, dans l'état actuel de nos connaissances scientifiques. En admettant la structure corpusculaire de la lumière, c'est-à-dire la théorie de l'émission, pour le déplacement de la charge lumineuse, formant un véritable courant de convection dans l'éther cosmique, on doit en déduire que ce bombardement lumineux, que ce courant de convection électrique doit s'entourer sur son long parcours, d'un intense champ magnétique invisible, circulaire et en quadrature, impressionnant le milieu ambiant, l'éther cosmique.

La théorie des ondulations résulterait probablement alors de l'existence de ces champs magnétiques circulaires, dans l'éther transmetteur des effets de l'inertie et ces champs nous donneraient finalement la clé des phénomènes d'interférence et de polarisation de la lumière. Le courant de convection lumineux s'identifierait avec la théorie de l'émission de Newton et le champ magnétique l'accompagnant avec la théorie des ondulations de Fresnel. Le rapport entre les unités électromagnétiques et électrostatiques de grandeurs de même espèce n'est-il pas le carré de la vitesse de la lumière (c^2)?

Voici ce que la nature corpusculaire de l'électricité, nature non hypothétique, mais déterminée expérimentalement, peut nous permettre d'admettre, logiquement, au sujet d'une connexité possible entre la théorie de l'émission de la lumière et celle des ondes lumineuses. Des expériences futures établiront, sans doute, cette relation, ou bien nous fixeront sur le choix que nous devons faire pour l'adoption définitive de la meilleure des deux remarquables théories.

C. Andry-Bourgeois

T. S. F.

CONSTRUCTION DES ANTENNES

I. EMPLACEMENT ET DIMENSIONS DE L'ANTENNE

L'antenne devra être placée dans un endroit aussi dégagé que possible, loin de tout obstacle pouvant former écran (collines, forêts...). Pour obtenir une bonne prise de terre, il faudra choisir un emplacement humide et non rocailleux, au bord d'une rivière par exemple, dans le voisinage d'une pelouse, d'un puits, d'une terre meuble pouvant fournir cette bonne prise de terre.

Les dimensions de l'antenne dépendront de l'usage qu'on veut en faire. La longueur devra être voisine, autant que possible du quart de la longueur des ondes qu'on devra recevoir. On sait, en effet, qu'une antenne vibre « en quart d'onde ». Cela veut dire qu'une antenne rectiligne et monofilaire de 100 mètres aurait une longueur d'onde propre d'environ 400 mètres. Pour une antenne en T, la longueur d'onde propre est d'environ 5 fois la longueur de l'antenne.

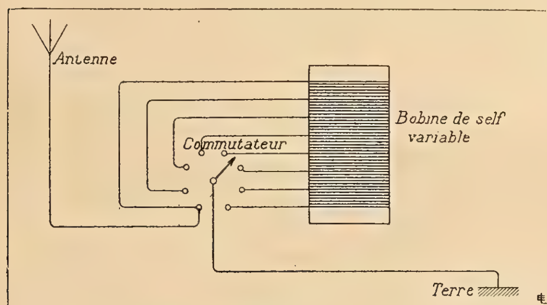


Fig. 1.

II. RÉGLAGE DE L'ANTENNE

Bien entendu, on ne peut pas modifier la longueur de l'antenne suivant l'onde à recevoir. Il a donc fallu trouver le moyen d'effectuer ce réglage, c'est-à-dire d'allonger ou raccourcir électriquement l'antenne.

Or, la longueur d'onde d'une antenne dépend de sa self-induction et de sa capacité. Elle est d'autant plus grande que cette self et cette capacité sont plus grandes. On augmentera donc la longueur d'onde en mettant en série une bobine de self en série avec l'antenne ; l'effet est le même que si l'on avait allongé l'antenne. On dominera la longueur d'onde en mettant en série un condensateur, ce qui revient à raccourcir l'antenne.

Un dispositif très simple pour faire varier la longueur d'onde consiste à prendre une grande bobine de self sur laquelle on fait une prise toutes les 30 spires, par exemple, c'est-à-dire au nombre de tours 0, 30, 60, 90, 120, 150, 180, 210. Chaque prise est reliée à l'un des plots d'un commutateur à huit directions (fig. 1). On peut donc ainsi faire varier la self de l'antenne, donc, la longueur d'onde.

Si la variation ainsi obtenue n'est pas assez continue, il suffira de placer dans l'antenne, en série avec la première bobine, une seconde bobine pourvue d'un curseur disposé sur une réglette parallèle à l'axe du cylindre et appuyant sur des spires dénudées à cet endroit. On obtiendra ainsi le réglage spire par spire pour toute longueur d'onde.

DÉTAILS PRATIQUES DE CONSTRUCTION

L'antenne sera faite en métal non magnétique : aluminium, bronze, cuivre. Le diamètre variera entre 2 millimètres et 3 millimètres environ. Il devra pouvoir résister aux efforts de traction dus au vent, au givre...

Pour obtenir un bon fonctionnement de l'antenne, il faudra l'isoler soigneusement au moyen

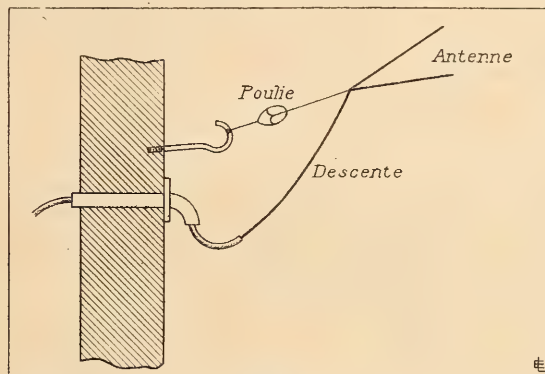


Fig. 2.

d'isolateurs robustes et suffisamment longs. Ces isolateurs seront paraffinés ou bituminés afin d'empêcher l'humidité de former une couche plus ou moins conductrice à leur surface.

On assurera la tenue du mât au moyen de câbles de retenue en chanvre goudronné ou en métal. Dans ce dernier cas, les câbles de retenue devront être isolés du sol et coupés par des isolateurs pour éviter qu'ils ne vibrent sous l'effet des oscillations électriques et n'absorbent ainsi de l'énergie utile.

L'entrée de poste devra être très soigneusement isolée. Elle se fera par une planchette de bois vernie, par une vitre, ou enfin par une pipe en porcelaine (fig. 2).

Ne pas oublier de nettoyer de temps en temps les isolateurs que des poussières ou dépôts, surtout

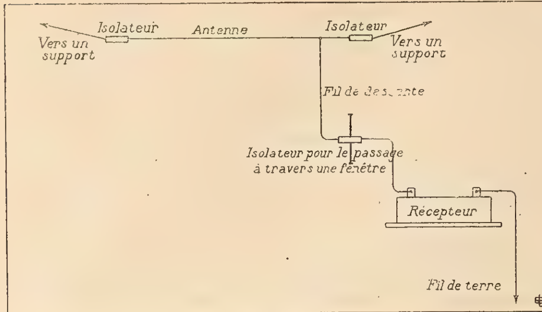


Fig. 3.

dans le voisinage des villes, pourraient rendre conducteurs.

La figure 3 représente le schéma d'une réception dans sa forme la plus simple.

DIVERS TYPES D'ANTENNES

La force la plus simple est l'antenne monofilaire verticale ou inclinée (fig. 4). Elle ne se compose que d'un fil et s'emploie toutes les fois qu'on ne dispose que d'un seul support (arbre, clocher, tour, cheminée d'usine...)

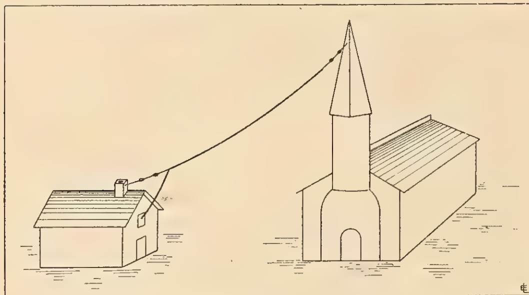


Fig. 4

L'antenne à brins parallèles se compose de 2, 3 ou 4 fils tendus parallèlement d'un bâtiment à un autre (fig. 5). Ces fils sont écartés l'un de l'autre d'un ou plusieurs mètres.

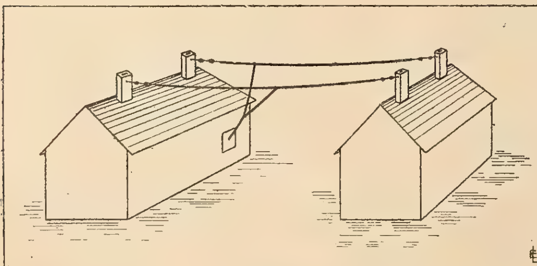


Fig. 5.

Les fils peuvent être tendus entre des supports distincts, ou rassemblés à chaque extrémité à

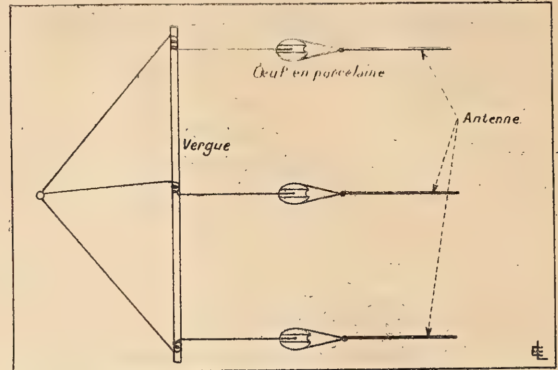


Fig. 6,

une même vergue portée par un support unique (fig. 6 et 7).

L'antenne en V se compose de deux fils reliés

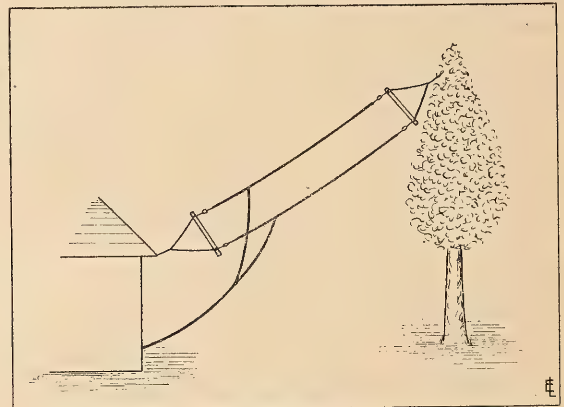


Fig. 7.

ensemble à une de leurs extrémités (fig. 8). Cette antenne possède des propriétés directives : la

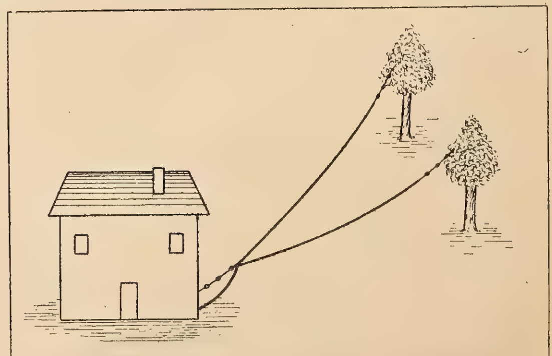


Fig. 8.

pointe du V doit être dirigée du côté du poste émetteur.

L'antenne en parapluie (fig. 9) est composée de plusieurs fils rayonnant autour d'un support unique, une cheminée d'usine, par exemple.

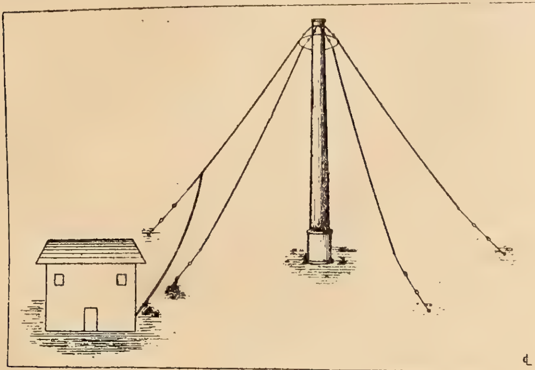


Fig. 9.

L'antenne, en éventail, est constituée par plusieurs fils réunis à une de leurs extrémités (fig. 10). Les fils devront avoir la même longueur et être placés à la même distance du sol.

Bien entendu, les dimensions de l'antenne doivent augmenter à mesure que l'on s'éloigne du poste émetteur. Il faut alors accroître la longueur le nombre de brins, leur écartement et la hauteur de l'antenne.

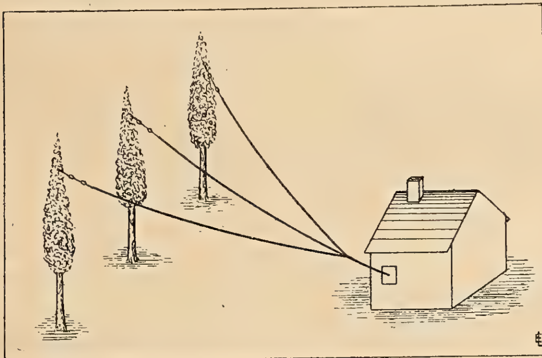


Fig. 10.

On peut aussi utiliser comme antenne un des fils d'une canalisation d'éclairage électrique, à courant continu ou à courant alternatif. Il est indispensable alors d'intercaler entre la prise de terre et les appareils, un condensateur bien isolé, qui ne devra *jamais* être court-circuité (fig. 11).

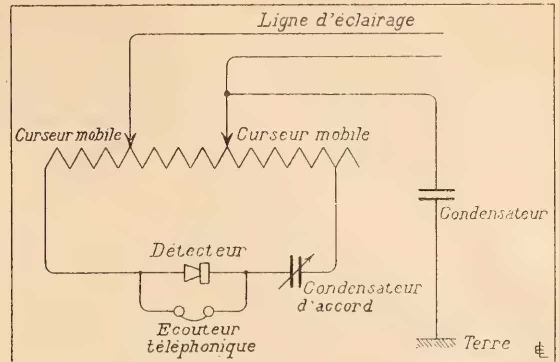


Fig. 11.

PRISE DE TERRE

La prise de terre est constituée par 2 ou 3 brins de 50 mètres environ (fil de fer, de cuivre...) enterrés à 10 ou 20 centimètres de profondeur sous l'antenne; le sol, comme nous l'avons vu, doit être humide (terre, vase...). Plus les conducteurs enfouis seront longs et nombreux, meilleure sera la prise de terre.

On pourra aussi utiliser une plaque de tôle galvanisée de 1 mètre carré de surface enfouie à 50 centimètres environ du sol.

Les canalisations d'eau et de gaz enterrées peuvent constituer de très bonnes prises de terre.

La prise de terre utilisée devra être reliée à l'appareil de réception par l'intermédiaire d'un fil ou ruban métallique aussi court et aussi gros que possible, de 3 millimètres de diamètre, par exemple. Ce fil sera soudé à la masse enterrée ou à la conduite d'eau ou de gaz choisie.

Quand la prise de terre est constituée par plusieurs fils, tous les fils sont soudés ensemble à leur arrivée devant le local de l'appareil récepteur et le point de soudure est relié à l'appareil par un large ruban métallique.

G. Ricard.

Les problèmes de l'ÉLECTRICIEN.

Nous allons reprendre sous peu la suite des « Notions Pratiques » et des problèmes proposés par M. Roberjot. Nous donnons ci-dessous le nombre des solutions *justes* reçues pour les exercices n°s 101 à 112 :

De MM. Ballu, 3; Bassin, 8; Bollito, 7; Chabannes, 3; Choquet, 7; Chotard, 1; Compagnion, 1; Cornice, 2; Drunas, 10; Dumont, 10; G. Durand, 4; P. Durand, 5; Elie, 3; Galland, 5; Gilot, 3; Gevraise, 7; Grégoire, 7; Gresse, 3; Henrard, 6; Jacquet, 2; Jacquemin, 3; Jeannet, 8; Kérisit, 6; Labbé, 9; Lamy, 6; Lardon, 1; Maisse, 6; Marroje, 7; Mannichi, 5; Nerlat, 5; Moulin, 1; Mousseau, 10; Pacaut, 4; Paget, 6; Penez, 5; Perret, 9; Peube, 2; Picard, 3; Porcher, 10; Rayr, 1; Ronval, 6; Villecroze, 6; Wagon, 5.

TRIBUNE DES ABONNÉS

*Notre Tribune est une rubrique de renseignements mutuels ouverte à tous nos abonnés. La Rédaction de l'*Electricien *n'est pas responsable des réponses fournies. Nous prions nos lecteurs de limiter leurs demandes au domaine de la pratique industrielle.*

DEMANDES

N° 848. — Un moteur asynchrone biphasé 42 périodes, 50 HP, 650 tours, 220 volts se trouve, par suite de circonstances particulières, alimenté par du courant dont le voltage baisse par moment jusqu'à 180 volts. Quelle peut être approximativement la répercussion de ce fontionnement sur la marche du moteur et notamment sur son rendement ?

N° 849. — Je désirerais savoir quelle serait la tension à appliquer aux bornes d'un redresseur à clapets électrolytiques pour pouvoir charger une batterie d'accus de 8 volts à un régime de 2 ampères. Est-il possible d'employer un transformateur pour abaisser la tension du réseau qui est de 115 volts, 50 périodes ? Je m'inspirerai du schéma 1, page 514 du numéro du 15-11-22.

N° 850. — Une installation sur courants monophasés 220 volts 42 périodes comporte des moteurs à bagues qui ont tous un fil à la masse (par la 3e bague). Le montage à la masse est-il rationnel ? Un abonné pourrait-il m'expliquer le schéma de ce montage ?

N° 851. — Si sur le courant monophasé il est indispensable d'employer des fourreaux acier ou tôle plombée, les 2 câbles doivent être dans le même fourreau pour éviter la chute de potentiel. Pourrait-on donner la formule déterminant cette chute en prenant pour exemple une installation de 25 ampères sur 110 volts monophasé 42 périodes, longueur du fourreau 5 mètres ?

N° 852. — Dans une installation (force diphasée 2×220 volts, lumière avec neutre 4×110 volts), il est monté 2 ampèremètres sur les 2 câbles extrêmes d'alimentation (force et lumière).

J'ai donc, de cette manière, l'intensité que prennent les moteurs et les lampes montées sur les câbles extrêmes et le neutre, mais rien sur les deux autres (pour la lumière). Je désirerais savoir si l'on peut monter un ampèremètre sur le neutre pour marquer l'intensité des lampes prises sur les 2 câbles avoisinant le neutre.

N° 853. — Je possède une génératrice à courant continu, 120 volts, 550 ampères, 280 tours par minute. Cette machine possède un induit à enroulement imbriqué, 120 sections ayant 2 spires chacune, et il y a 240 lames au collecteur; le pas des bobines est 20. Elle possède 6 pôles.

Serait-il possible d'en faire un alternateur 220 volts, 50 périodes, sachant que l'on peut : doubler la vitesse de machine, augmenter le nombre de pôles d'excitation (les porter à 12 ou 18)? Autre condition; ne pas débobiner l'induit mais ne travailler que sur les connexions reliant les bobines; enfin laisser le cullecteur permettant à la machine de fournir son propre courant d'excitation par la pose de balais dont j'en demanderai également le décalage.

N° 854. — Peut-on m'indiquer un ouvrage récent et d'une technique pas trop élevée, traitant de la T. S. F. et de la radiophonie : théorie, différents montages employés avec les avantages de chacun d'eux et surtout description des appareils employés?

N° 855. — Pourrait-on m'indiquer un traité de T. S. F. à l'usage des élèves officiers, ainsi qu'un livre décrivant les appareils de l'armée?

N° 856. — Quelles sont les caractéristiques des différents transformateurs d'usage courant en radiophonie (réception) ?

Est-il démontré que le circuit magnétique des transformateurs d'amplification en BF doit être fermé ou est-ce l'expérience qui en a prouvé la nécessité. Quels inconvénients présenterait un circuit magnétique ouvert (self sans doute) ?

Pourquoi s'est-on limité au rapport 1/5 (5.000-25.000 tours) pour ces transformateurs (Bardou fait 3.000-9.000 et 2.000-10.000) ? Quels inconvénients y aurait-il à employer un rapport 1/10 au 2e étage ?

Enfin dans ces transformateurs la résistance du circuit primaire a-t-elle une grande importance ou peut-elle être quelconque ? Obtient-on les mêmes résultats avec des transformateurs dont les primaires ont des résistances différentes, le nombre de tours 5.000 étant observé et le rapport 1/5 également ?

N° 857. — Je désirerais avoir quelques renseignements sur la formule suivante :

$$\text{Tension simple à vide : } U = \frac{U_o \text{ effective}}{\sqrt{3}}$$

Cette formule se trouve dans un article de M. Demouy, sur le calcul rapide des rhéostats, numéro du 15 février 1920.

N° 858. — Peut-on recevoir les ondes entretenues avec une galène ? J'ai un ancien poste de réception T. S. F. composé: d'une galène, d'un condensateur variable et d'une bobine à trois curseurs. Ces trois appareils suffisent-ils pour recevoir les concerts de la Tour ? Le poste de réception est situé à Paris.

N° 859. — Qu'entend-on par «rhéostat monté en potentiomètre ? Un lecteur peut-il m'en indiquer l'utilité et un schéma de montage ?

N° 860. — Où pourrai-je trouver un album donnant les moments d'inertie des fers, profilés et rails du commerce ?

N° 861. — Un alternateur triphasé 55 KVA mû par moteur Diesel fournit l'énergie nécessaire à un moteur asynchrone 40 HP cos = 0,8. En dehors de toute considération d'ordre mécanique, est-il possible d'accoupler au moteur Diesel en remplacement de l'alternateur, le moteur asynchrone ? Celui-ci devenant générateur actif, alors que l'alternatenr deviendrait moteur synchrone ?

Si oui : 1° Indiquer les artifices de mise en route s'il y a lieu ? 2° Quelle est environ la puissance utile du moteur synchrone ?

Demandes d'adresses de constructeurs.

N° 862. — Demande adresse de constructeurs de tours à bobiner, de machines à isoler les bobines et presses.

N° 863. — Pourrait-on me donner l'adresse exacte de la maison Haefely (Bâle) ?

N° 864. — Demande de prix à constructeurs :

Moteurs blindés 1.000 tours, 50 périodes monophasé, 110 volts, 1/8 HP, ou triphasé, 220 volts, 50 périodes.

RÉPONSES

N° 800 R. — Voyez le montage du relai Boulage fabriqué par la maison Péricaud ou bien encore le relai différentiel permettant aussi l'inscription avec enregistreur Morse. Comptoir général d'électricité, 41, boulevard Beaumarchais Paris 3e.

N° 801 R. — Un cheval de force moyenne est capable d'élever un poids de 45 kilos avec une vitesse de 0m90 à la seconde, ce qui correspond à un travail moyen de 45 kilogrammètres, 5 par seconde. L'animal est supposé attelé à un manège et marcher au pas pendant 8 heures.

Le moteur capable d'effectuer le même travail pendant le même temps devra développer une puissance mécanique à l'arbre de 0,53 chevaux vapeur. Le rendement moyen d'un moteur électrique de cette force est de 75 %, il faudra donc adopter un moteur de 0,70 HP qui consommera environ 5 ampères sous 110 volts.

E. VACHET.

N° 802 R. — Remplacez votre électrolyte par du carbonate de soude ou de potasse même concentration, employez comme électrode d'aluminium une baguette cylindrique munie d'une collerette de caoutchouc sur 5 millimètres de part et d'autre du niveau du liquide.

Le bicarbonate de soude dépose des sels d'alumine dont l'inertie résiste à la périodicité, c'est la cause des interruptions que vous avez pu remarquer.

Quant à la lampe il est naturel que son éclat soit faible à secondaire ouvert, étant en série dans le primaire elle ne fonctionne normalement que dès que le redresseur débite.

E. VACHET.

N° 807 R. — La bobine à minima pour démarrage de votre moteur courant continu doit être intercalée dans le circuit d'excitation; avant de commencer tout calcul, il faut déterminer les caractéristiques de votre moteur. La bobine à maxima est parcourue par le courant total et par conséquent demeure branchée dans le circuit de l'induit; elle a pour but de shunter la bobine à minima.

Pour le courant alternatif, on ne fait généralement que des démarreurs à minima branchés sur le circuit rotorique.

Toutes ces bobines se calculent comme de simples électros en rapport avec leurs circuits respectifs.

E. VACHET.

N° 819. — Il est impossible de faire démarrer un alternateur en asynchrone surtout en fermant le circuit excitation. Il vaut mieux conserver votre démarrage par le moteur asynchrone et, si cela est possible, synchroniser le moteur en alimentant le rotor par du courant continu. Pour mettre en pratique cette solution, il faut que vous ayez une source de courant continu capable de donner une intensité au moins égale à celle qui circule dans le rotor au démarrage. Soit I cette intensité, et U la d. d. p, de la source dont vous disposez; il faut mettre en série avec le rotor une résistance R réglable telle que $U = RI$. Si vous pouvez réaliser ces conditions, je pourrai, de mon côté, vous donner gratuitement tous les détails utiles.

P. COMBE.

N° 820 R. — Il existe plusieurs façons d'alimenter un réseau à 3 fils. Veuillez m'indiquer ce dont vous disposez comme machines et appareillage. Indiquez également le type du survolteur si votre installation en comprend un. Ecrivez-moi; je me mets à votre disposition gracieusement pour vous fournir un schéma approprié. — J. Arnouil, Guillac, par Branne (Gironde).

N° 820 R. — *Batterie tampon.* — Dans le schéma ci-contre (fig. 1) on peut considérer les ponts comme complètement indépendants, la batterie servant à les équilibrer.

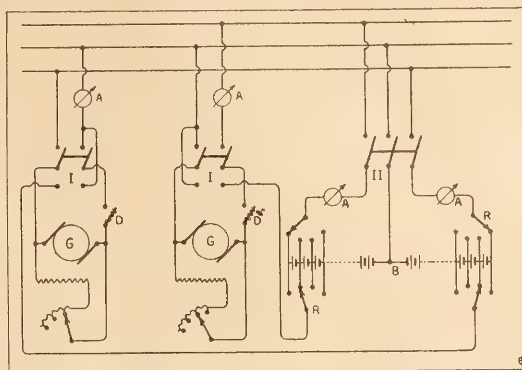


Fig. 1.

La batterie doit pouvoir supporter les à-coups de la ligne et par conséquent être largement calculée. Le courant de retour du troisième fil se partage en deux parties égales l'une des moitiés traverse la première demi-batterie dans le même sens que la tension des éléments, ceux-ci sont alors en décharge. Quant à l'autre moitié du courant, elle traverse les éléments de l'autre demi-batterie en sens inverse de leur force électromotriee et par conséquent les éléments sont en charge.

Les deux génératrices à tension variable servent pour la charge des deux demi-batteries, cette charge pouvant être simultanée sur les deux et pouvant avoir lieu en même temps que la décharge grâce aux réducteurs doubles.

Si les deux génératrices sont entraînées par le même moteur, l'ensemble tend à fonctionner comme un groupe d'équilibre.

E. V.

N° 821 R. — La description, même sommaire, des différents procédés de *dépolissage du verre* et de mise en couleur remplirait facilement un numéro de l'*Electricien*.

Si le demandeur veut bien spécifier la nature des objets à traiter (glaces, lampes, flacons, etc.); leur quantité, l'aspect à obtenir, la résistance que doivent présenter les surfaces traitées à l'eau, au frottement, etc., je pourrai lui indiquer le ou les meilleurs procédés à employer.

L. B.

N° 822 R. — A l'inverse des autres transformateurs, les *transformateurs d'intensité* sont branchés en série, et le courant primaire est à peu près indépendant de l'état du circuit secondaire. En marche normale, le courant magnétisant est toujours une très faible fraction du courant primaire (1/100e ou moins). Quand le secondaire est ouvert, il n'y passe aucun courant qui puisse compenser le courant primaire, et ce dernier est entièrement magnétisant. A chaque demi-période, au moment du renversement du courant, le circuit magnétique passe très rapidement de la saturation positive à la saturation négative. La force électromotrice induite dans le secondaire (proportionnelle à la rapidité de variation du flux) est très élevée. Elle est donc indépendante de la tension primaire. Pour éviter les accidents de ce fait (ainsi que le chauffage du fer), il suffit de laisser en court-circuit les secondaires des transformateurs d'intensité qui sont inutilisés quoique le primaire reste en circuit.

L. B.

N° 822. — Dans un transformateur d'intensité on a $n_1 I_1 = n_2 I_2$ quand le circuit secondaire est en court-circuit sur l'ampèremètre et $I_2 < I_1$ donc $n_2 > n_1$. Si le circuit

secondaire est ouvert les ampèretours primaires ne seront plus équilibrés et donneront lieu à un flux

$$\Phi = \frac{4\pi}{10} \frac{n_1 I_1}{R_1}$$

R_1 étant la réluctance du circuit magnétique.

Ce flux Φ induira dans les n_2 spires une f. c. m. $e = \pi f \Phi 10^{-8} n_2$. Cette f. c. m. peut être très élevée, car n_1 I, est grand et $n_2 > n_1$. La tension du réseau n'intervient que pour limiter la valeur de e. Mais en général, il convient de se souvenir qu'il est dangereux de laisser ouvert le secondaire d'un transformateur d'intensité, quelle que soit la tension du réseau.

N° 822 R. — Les transformateurs d'intensité sont établis de façon à obtenir un ciruit magnétique aussi parfait que possible; il est facile de concevoir que si les ampères-tours primaires ne sont plus contrebalancés par les ampères-tours secondaires, les extrémités du circuit ouvert se chargent, et leur différence de potentiel atteint parfois plusieur milliers de volts, en outre il se produit un échauffement exagérés; les bons appareils sont munis d'une barrette métallique destinée à réunir les bornes du secondaire quand on coupe le circuit des appareils de mesure.

E. Vachet.

N° 823 R. — La vraie raison n'est pas là. Pour éviter les effets d'induction d'une ligne de transport de force sur une autre, on emploie le dispositif (fig. 2).

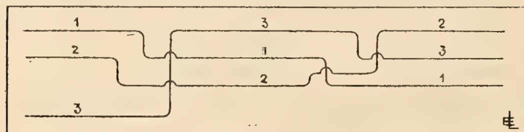


Fig 2.

La raison principale de l'emploi du courant continu vient uniquement de ce que seuls les moteurs série sont susceptibles de donner un couple de démarrage extrêmement énergique. Il existe bien des moteurs série à courant alternatif, mais le poids du HP en est beaucoup plus élevé. Bien d'autres raisons militent en faveur du courant continu qu'il serait trop long d'exposer ici. J. A.

N° 823 R. — Les deux systèmes de traction (pour réseaux d'intérêt général) qui se développent le plus sont : 1° le contenu à 1.500 ou 3.000 volts (France, Etats-Unis); 2° le monophasé 15.000 volts, 15 ou 16,6 périodes (Allemagne, Suisse). Un courant alternatif sinusoïdal à 16 périodes passant dans un téléphone, le laisse absolument muet. Seuls des courants de fréquence plus élevée (harmoniques divers et surtout oscillations produites par les collecteurs des moteurs) peuvent induire des courants gênants pour les conversations téléphoniques, et sous ce rapport, le continu paraît plus défavorable. Le courant à 16 périodes peut, au contraire, troubler le fonctionnement des télégraphes.

Il existe, à tous ces maux, de nombreux remèdes plus ou moins pratiques. En tout cas, je ne pense pas que ces considérations soient d'un grand poids dans le choix d'un système de traction.

N° 823 R. — Il est exact que des troubles graves ont été apportés dans les communications télégraphiques ou téléphoniques par l'électrification en alternatif de certains chemins de fer, par exemple sur la partie du Midi équipée primitivement en monophasé. Des dispositions ont été réalisées pour remédier à ces inconvénients, notamment aux Etats-Unis, par l'installation de *transformateurs suceurs.*

N° 828 R. — Les alternateurs asynchrones sont utilisables dans quelques cas spéciaux, en particulier dans votre cas.

Un alternateur asynchrone ne peut fournir que du courant watté et demandé au réseau de l'énergie magnétisante. Il s'ensuit que vous faites baisser le cos φ de l'installation en couplant un alternateur asynchrone sur un réseau. Cette machine pour fournir du courant au réseau doit tourner à une vitesse supérieure au synchronisme. Si le couple maximum du moteur entraînant la génératrice est supérieur au couple maximum de la génératrice, celle-ci se décroche, absorbe un courant magnétisant considérable et ne débite plus sur le réseau : le moteur s'emballe.

Ci-joint la courbe γ% (1), du glissement en fonction de l'intensité débitée.

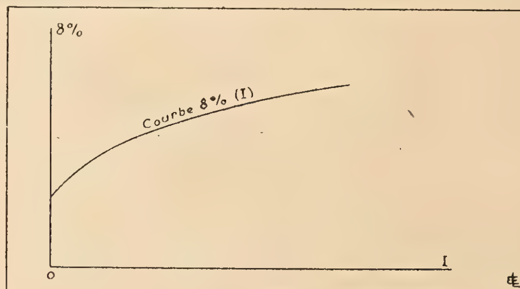


Fig. 3.

Quant aux appareils de mesure, ils sont ceux que vous pouvez monter sur le circuit alimentant un moteur asynchrone : wattmètre, voltmètre, ampèremètre.

Une génératrice asynchrone se couple lorsqu'elle a atteint la vitesse de synchronisme. On peut dépasser légèrement cette vitesse, mais il vaut mieux ne pas coupler en deçà.

Pour plus amples renseignements, consultez l'ouvrage de M. L. Barbillon : *Les Moteurs asynchrones.* Vous y trouverez tous compléments sur les diagrammes, les inconvénients, l'emploi pratique, etc.

Les ouvrages de M. Barbillon sont édités actuellement par la librairie Albin Michel. J. Arnouil.

N° 836 R. — Cette clause est de droit commun, les installations de conducteurs électriques restent la propriété du propriétaire de l'immeuble. La définition « appareils » est claire, c'est ce que l'installateur vous vend comme tels (lustres, lampes, douilles, abat-jours, etc.).

N° 857 R. — Dans la formule $U = \frac{U_0 \text{ effective}}{\sqrt{3}}$

U = tension simple à vide, enroulement triphasé en étoile.

U_0 = tension entre deux phases.

M. Demouy.

A propos de l'accident haute tension p. 543.

L'amorçage de l'arc à l'entrée du poste révèle une sécurité insuffisante du dispositif de cette entrée. Les conséquences de la mise à la terre d'une phase seraient atténuées par le fonctionnement des interrupteurs-disjoncteurs à rupture rapide. Mais ceux-ci sont généralement réglés avec un léger retard afin d'éviter l'interruption du courant par des à-coups instantanés sur le réseau.

Le Gérant : L. De Soye

PARIS. — L. DE SOYE, IMPRIMEUR, 18, RUE DES FOSSÉS-S.-JACQUES, Ve
Téléph. 806-44

TABLE DES MATIÈRES

DU TOME LIII

(Janvier-Décembre 1922)

NOTA. — Les titres en plus petits caractères désignent les analyses de Brevets.

Accumulateurs.

Appareillage.

Applications diverses.

Bibliographie.

Chauffage électrique.

Distributions d'énergie.

Divers.

Eclairage, lampes.

Electrochimie, Electrométallurgie.

Enseignement.

Jurisprudence.

Machines génératrices, moteurs.

Mesures (Unités et appareils de).

Production de l'énergie, force motrice.

Réglementation, lois et documents administratifs.

Télégraphie, téléphonie, T. S. F.

Traction, chemins de fer et tramways.

Transformation du courant, transformateurs.

PARIS. — L. DE SOYE, IMPR., 18, RUE DES FOSSÉS-S.-JACQUES.